

٥٠٥ سَعْدُ شَحَّاهُ مُحَمَّدُ الرَّافِعِي

# مَقَدِّمَةٌ فِي عِلْمِ الْفَطْرِيَّاتِ



مَدِينَةُ  
بَحْرَاءُ عَمْرٍاءُ  
الْبَيْتَاءُ









بِقَدَرِي فِي عَالَمِ الْفَرَائِثِ



# مقدّرتي في علم الفطريات

د. سعد شحانه محمد المرافي

قسم الأحياء  
كلية العلوم - جامعة عمر المختار

مَشْهُورَات  
جَامِعَةُ عُمَرَ الْمُخْتَارِ  
الْبَيْضَاءُ



حقوق النشر

الطبعة الاولى 1994

جميع حقوق التأليف والطبع والنشر والترجمة محفوظة (C) للناشر :

جامعة عمر المختار

ص . ب 919 البيضاء

هاتف / 2235 / 84 MUKUASCLY مبرق 50409

الجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى

لايجوز طبع أو استنساخ أو تصوير أو تسجيل أي جزء من هذا الكتاب  
بأي وسيلة كانت الا بعد الحصول علي موافقة كتابية من الناشر .

مَشَوَّرَات  
جَامِعَةُ عُمَرِ الْمُخْتَارِ  
الْبَيْضَاء





بِسْمِ اللَّهِ الرَّكَّابِ الرَّكَّابِ

﴿لَمْ يَكُنْ فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَمَا بَيْنَهُمَا وَمَا تَحْتَ  
الْأَرْنَ﴾ ١ ﴿وَلِنْ تَجْهَرُ بِالْقَوْلِ فَإِنْ يَعْلَمُ السِّرَّ وَأَخْفَى﴾ ٧ ﴿

صدق الله العظيم

سورة طه



إهداء....

إلى أبنائي الأعزاء...

محمد

و

أحمد



## تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله ، والجلالة والسلام على من لا نبي بعده .

هذا الكتاب "مقدمة في علم الفطريات" أقدمه للطلاب في الوطن العربي الكبير للاستعانة بما يحتويه ، بعد ان استهدف التطوير بالتعليم الجامعي الي تعميم الدراسة باللغة العربية ، لذلك ازم تزويد المكتبة العربية بمؤلفات عربية تحل محل بعض الكتب الدراسية الاجنبية .

وانني اذ اتقدم بهذا الكتاب الي اخواني الطلاب العرب راجيا ان اكون قد وفقت في هذا المجال من حيث تقديم المادة العلمية وطريقة عرضها ووضوح اسلوبها وتزويدها بالكثير من الاشكال التوضيحية .

ولا اقول ان هذا الكتاب قد بلغ مرتبه الكمال ، وحسبي انني بذلت غاية الجهد ، واملي ان يعقب هذه الخطوة خطوات اخرى .

وفي الختام ، فاني اناشد الاخوة الزملاء في مجال التدريس والبحث ان لا يترددوا في ابداء ملاحظاتهم ومقترحاتهم بشأن مواضيع الكتاب حتي يتسنى وضعها في الاعتبار عند اعداد الطبعات القادمة مستقبلا ،

والله ولي التوفيق ..

ووفقنا الله جميعا لما فيه خير الوطن ..

دكتور سعد شحاتة محمد المرافعي

البيضاء ، فبراير 1994 م



## شكر وتقدير

الحمد لله الذي الهمني طريق الصواب واعانني علي انجاز هذا الكتاب خيمه  
لاخواني الطلاب .

وانه لايستعني ان اتقدم بخالص شكري وتقديري الي الزميل **الدكتور فتحي  
سعد محمد السماوي** امين قسم وقاية النبات - كلية الزراعة - جامعة عمر المختار  
والزميل **الدكتور عوض محمد عبدالرحيم** عضو هيئة التدريس بقسم وقاية النبات -  
كلية الزراعة - جامعة عمر المختار ، لما بذلوه من مراجعة علمية قيمة لهذا الكتاب فضلا  
عما ابوه من ملاحظات قيمة ومساعدات لاغني عنها في سبيل اخراج الكتاب بالصورة  
التي بين يدي القارئ العزيز .

كذلك اتقدم بالشكر والتقدير الي الزميل **الاستاذ ادريس فضيل الحداد** عضو  
هيئة التدريس بقسم اللغة العربية - كلية التربية - جامعة عمر المختار علي مراجعته اللغوية  
القيمة لهذا الكتاب .

وفي الختام ، كلمة شكر وعرفان اسجلها لافراد اسرتني علي ماظهروه من تشجيع  
مستمر طوال فترة اعداد الكتاب .

**دكتور سعد شحاتة محمد المرافي**

البيضاء ، فبراير 1994م







98	2. طائفة الفطريات الرخوة الداخلية
103	تحت قسم أبوميكوتينا (الفطريات الحقيقية)
108	1. طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكيتريدية)
113	2. طائفة الفطريات البيضية
137	3. طائفة الفطريات التزاوجية
152	4. طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)
192	5. طائفة الفطريات البازيدية
207	6. طائفة الفطريات الناقصة
234	7. طائفة الفطريات العقيمة
239	الانشطة الايضية الثانوية للفطريات
239	انتاج الاحماض العضوية
243	انتاج المضادات الحيوية
257	التحولات الميكروبيولوجية للسترويدات
271	السموم الفطرية
285	المراجع

# علم الفطريات Mycology

## مقدمة وتعريف

### Preface and Identification

اشتقت التسمية العلمية لهذا الاختصاص من نفس الكلمة الاغريقية ميكولوجي (Mykes تعني فطر عيش الغراب *Agaricus* , Ology فتعني علم) وهذا يعني دراسته فطر عيش الغراب ، نظرا لان هذه الفطريات من اشهر الفطريات التي لفتت انتباه كثير من العلماء لكبر حجمها وذلك قبل اختراع المجهر .. هذا ولم تحظ الدراسات التصنيفية للفطريات بالاهتمام الا بعد اختراع المجهر في القرن السابع عشر .

والفطريات Fungi ( مفرد : فطر *Fungus*) او Mykes (Mycophyta تعني فطر عيش الغراب *Phyta* ، وتعني Plant نبات) . كانتات حية-Living organism نباتية لازهرية Cryptogamae تنتمي الي مجموعة النباتات الثالوسية Thallophyta اي بمعنى ان جسم النبات ذو تركيب ثالوسي Thallus غير مميز الي جذر وساق او اوراق نباتية .

وتختص الفطريات بالعديد من الصفات المميزة التي نتناولها بايجاز في النقاط التالية :

- 1 . نباتات خالية من البلاستيدات الخضراء Chloroplasts - اليخضور Chlorophyll - كذلك صبغ الانثوسيانين Anthocyanin واكن يوجد بها صبغ الكاروتين Carotein بكثرة .
- 2 . تشبه الفطريات الطحالب Algae من حيث تركيبها الخضري ، فهي اما وحيدة الخلية Unicellular او خيطية Filamentous او تتشابه خيوطها لتكوين

تراكيب خلوية تشبه البرانشيما وتسمى بالبرانشيما الكاذبة Pseudoparenchyma .

3 . ذات اجساد شبه خيطية مجهرية متفرعة تعرف باسم الخيوط الفطرية او الهيفات Hyphae ( مفرد : هيفا Hypha ) تتفرع وتتداخل لتكون غزلا يري بالمين يعرف بالفزل الفطري او الميسيليات Mycelia ( مفرد: ميسيليوم Mycelium ) وقد تكون هذه الخيوط مقسمة Septate اوغير مقسمة Aseptate الى خلايا تعرف باسم المدمج الخلوي Coenocytic .

4 . لخيوطها الانبوبية جدر خلوية تحتوي علي السليولوز او الكيوتين وذلك باستثناء قلة من الفطريات تقتصر خيوطها الي وجود جدار خلوي .

5 . تمتد الخيوط المكونة لجسد الفطر بواسطة نمو طرفي . و او ان غالبية اجزاء الكائن لديها القدرة الكامنة علي النمو وتتميز التراكيب التكاثرية عن الجسدية حيث تساهم التراكيب التكاثرية بما تظهره من تنوع في اشكالها في تصنيف الفطريات .

6 . تحتوي الفطريات علي انوية حقيقية Eukaroytic حيث تحتوي كل نواة علي غشاء نووي ونوية وشبكة كروماتينية وعصير نووي ولا تلبث الشبكة الكروماتينية ان تنتظم في صيغيات (كروموسومات) خلال عملية الانقسام الخلوي .

7 . تتكاثر بواسطة الجراثيم spores غير متحركة Immotile او متحركة motile

8 . كائنات متباينه التغذية Heterotrophic حيث تحصل علي غذائها مترمة بمهاجمت المادة العضوية الميتة Saprophytes او متطفلة باصابة كائنات حيه Parasites وهناك نوع اخر من المعيشة يعرف باسم التكافل Symbioses حيث تحدث تبادل منفعة نتيجة المشاركة لفطر وكائن حي اخر مثل الطحالب ليكون مايعرف باسم الاشن Lichens .

9 . تختزن الفطريات المواد الغذائية علي هيئة زيوت او جليكوجين ولايوجد النشا

مطلقا فيها .

10 . تستطيع غالبية الفطريات النمو بين درجتى صفر ، 35 درجة مئوية ولكن تقع الدرجة المثلى للنمو في معظم الانواع الفطرية بين درجتى 20° ، 30° م هذا وقد ثبتت مقدرة انواع فطرية علي تحمل درجات حرارة بالغة الانخفاض .

11 . تختلف الفطريات عن البكتريا في كونها كائنات محبة للحموضة الضعيفة ويعتبر الرقم الهيدروجيني 6PH هو الامثل لنمو غالبية الفطريات .

12 . يعد الضوء ضروريا لتجربم غالبية الفطريات ، كذلك يلعب دورا هاما في انتشار الجراثيم حيث تكون الاعضاء الحاملة للجراثيم في معظم الانواع الفطرية موجبة الانتحاء الضوئى .

13 . للفطريات القدرة علي افراز عدد كبير من الانزيمات Enzymes وهي تختلف باختلاف البيئات التي تنمو عليها ، تعمل هذه الانزيمات علي تحلل وتفكك المواد العضوية المعقدة الي مواد بسيطة يسهل امتصاصها والاستفادة منها ، فلبعض الفطريات المتطفلة القدرة علي افراز انزيم السيلولاز Cellulase الذي يعمل علي تحليل مادة السيلولوز Cellulose وانزيم البكتيناز Pectinase لتحليل البكتين Pectin بالصفيحة الوسطى Middle lamella لجدر خلايا العائل Host فيخترق الفطر بذلك خلايا العائل الي البروتوبلازم ، وتحصل الخيوط الممتدة بين الخلايا لكثير من الفطريات لا سيما تلك الاجبارية التطفل Obligate parasites علي النباتات علي الغذاء بواسطة ممصات Haustoria ، تلك التي يدفع بها الفطر الي خلايا العائل من خلال اذابة وتنقيب الجدار الخلوي .

كما تسهم هذه الانزيمات في اتمام الكثير من التحولات الكيميائية ذات الاهمية الاقتصادية كإنتاج الاحماض العضوية والتحولات الميكروبيولوجية للسترولات ، كذلك تستخدم هذه الانزيمات لانواع معينة من الفطريات في نضج واسباغ المذاق المميز لبعض أنواع الجبن ، كما تستخدم في عمليات التخمير .

كما لايفوتنا ان نذكر ان للفطريات الفضل الاول في اكتشاف المضادات الحيوية Antibiotics التي تفرز بواسطة عدد كبير من الانواع الفطرية المختلفة المستخدمة في ايقاف نمو او القتل بكثير من البكتريا المتطفلة علي الانسان والحيوان .

14 . وبالرغم من ان للفطريات الكثير من التطبيقات النافعة سائلة الذكر الا انه قد ثبت تورطها في الكثير من الاضرار وخاصة تلك التي تؤثر علي صحة الانسان ، الحيوان والنبات ، فقد ثبت مؤخرا مقدرة العديد من الانواع الفطرية علي افراز المواد السامة والتي يطلق عليها السموم الفطرية Mycotoxins في الوسط الخارجي Exotoxins والتي عرف منها الكثير كسموم الافلاتوكسينات Aflatoxins والترايكوثيسينات Triothecines وغيرها وهي تحدث اضرارا بالغة في صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات .

## الخيوط الفطرية

### The Fungal hyphae

يتكون الثالوس الفطري عادة من خيوط مجهرية تنمو وتتفرع في جميع الاتجاهات - عن طريق النمو الطرفي - وتعرف هذه الخيوط عادة باسم الخيوط الفطرية او الهيفات Hyphae (مفرد : هيفا Hypha) تاخذ في التفرع والتداخل مكونة غزلا فطريا او ميسيليات Mycelia (مفرد : ميسيليوم Mycelium) يري العين ويتراوح سمك الخيط الفطري 0.5 - 100 ميكرون ويتكون من جدار رقيق مبطن بالبروتوبلازم . قد يكون البروتوبلازم متصلا وتنتشر النويات في السيتوبلازم ويعرف في هذه الحالة بالدمج الخلوي Coenocytic كما في الفطريات البيضية Oomycetes والفطريات التزاوجية Zygomycetes او تتخلله مجموعه من الجدر العرضية تقسم الخيط الى مجموعة من الخلايا وتعرف الجدر العرضية بالحواجز Septa (مفرد : حاجز Septium) وتحتوي الخلايا الفردية في هذه الحالة علي نواة او اثنين وتعرف بانها ثنائية النواة او اكثر من نواتين وذلك حسب نوع الفطر والطور الذي يمر به ففي حالة فطر

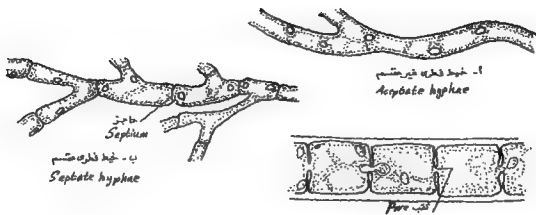
نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa* يصل عدد الانوية في الخلية الواحدة الي حوالي مائة نواه . ويتواجد الغزل الفطري المقسم في الفطريات الرقية Ascomycetes ، الفطريات البازيدية Basidiomycetes والفطريات الناقصة Deuteromycetes وترتبط بروتويلاستات الخلايا في هذه الفطريات عن طريق ثقب مركزي في كل حاجز (شكل 1) .

ياخذ الغزل الفطري اثناء مراحل معينة من دورة حياة غالبية الفطريات في الانتظام الي انسجة مفككة او كثيفة التشابك وفيه تكون الخيوط الفطرية المكونة له متوازية بعضها مع بعض الي حد ما ، والبرانشيمي الكاذب Pseudoparenchyma والتي تشبه البرانشيما للنباتات الراقية وهي ببيضاوية الشكل ، وتكون البرانشيما الكاذبه طرزا متعددة من التراكيب الجسدية والتكاثرية ، ومن امثلة هذه التراكيب الجسدية الحشيه الثمرية Stroma او الجسم الحجري Sclerotium فالاول تركيب جسدي مدمج تتواجد عليه او بداخله الاجسام الثمرية ، اما الثاني فجسم صلب ساكن يقاوم الظروف الخارجية ثم ينبت عند تحسن تلك الظروف وقد يظل علي حاله سكونه هذه لفترات زمنية طويلة (شكل 2) .

## الخلية الفطرية

### The Fungal cell

يعرف جسم الفطر بالثالوس Thallus الذي قد يتكون من خلية واحدة كما في فطر الخميرة Yeast او مجموعة من الخيوط Hypha وتتفرع وتشابك مكونه ما يعرف باسم الغزل الفطري Mycelium وكما ذكرنا سابقا فان الخيوط الفطرية الانبويية الشكل قد تكون متصلة او مقسمة بواسطة جدر عرضية الي خلايا . وتنمو الفطريات بواسطة النمو القمي وتتفرع في جميع الاتجاهات وتحتوي الخيوط الفطرية في معظم الانواع الفطرية علي جدار خلوي وبروتويلازم يبطن جدرها ، به فجوات ومواد غذائية مخزنة .

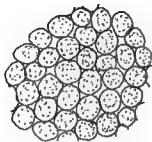


ب - خيط فطر منقسم  
Septate hyphae

ب - خيط فطر منقسم  
Septate hyphae

شكل (1) : الخيوط الفطرية.  
The fungal hyphae

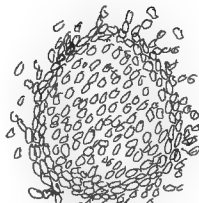




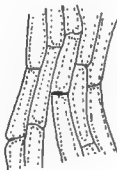
أ - براشيتيكا ذبابة  
*Pseudo parenchyma*



ب - الجسم الخشبي  
*Sclerotium*



ج - قطاع مستعرض في الجسم الخشبي  
*Cross section of sclerotium*



شكل (2): بعض التراكيب الجسدية في الفطريات  
Some fungal somatic structures

## الجدار الخلوي

### Cell wall

تحاط الخيوط الفطرية - الخلية الفطرية - بجدار خلوي صلب يختلف في تركيبه الكيميائي من الفطريات النثية الي الراقية ، ويعمل الجدار الخلوي علي حماية وحفظ شكل الخلية ويعتبر من اهم المكونات الخلوية غير الحية . وهناك قلة من الفطريات تقتصر الي وجود جدار خلوي في اجسادها الاميبية شبه الحيوانية ويطلق علي هذه الفطريات "الفطريات الهلامية" Slime moulds والتركيب الجسدي للفطريات الهلامية هو Plasmodium بلازموديوم.

وجود هذا الجدار الخلوي في الفطريات لا يعني فصل المادة الحية في الخلايا عن بعضها - ففي تلك الهيفات المقسمة - يتم اتصال المادة الحية بواسطة خيوط سيتوبلازمية دقيقة Cytoplasmic strands تمر من خلال ثقب مركزي علي جدار الحاجز .

## البروتوبلازم

### Protoplasm

يطلق عادة علي وحدة المادة الحية داخل جسم الكائن الحي لفظ بروتوبلازم Protoplasm اما وحدة المادة الحية داخل الخلية فهي البروتوبلاست Protoplast تحاط بالجدار الخلوي غير الحي . ترعي هذه المادة الحية كل مظاهر الحياة المختلفة في جسم الكائن الحي من تغذية ، تنفس ، تكاثر واستجابته للمؤثرات الخارجية وغيرها مما يتميز به الكائن الحي .

يبدو البروتوبلازم كسائل بسيط الا انه في الحقيقة نظام ديناميكي معقد ، له القدرات المميزة للحياة كما ان تحله الكيميائي يعرضه للتلف . وهو يحتوي علي مواد عضوية وغير عضوية ويشتمل على سائل شفاف عديم اللون قليل اللزوجة يعرف بالسيتوبلازم Cytoplasm كذلك يحتوي علي جسم كروي او اكثر يعرف

بالنواة Nucleus بالإضافة الي عدد من الاجسام البروتوبلازمية وهي الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum - الريبوزومات Ribosomes - الميتوكوندريا Mitochondria - اجسام جولجي Golgi bodies (شكل 3) .

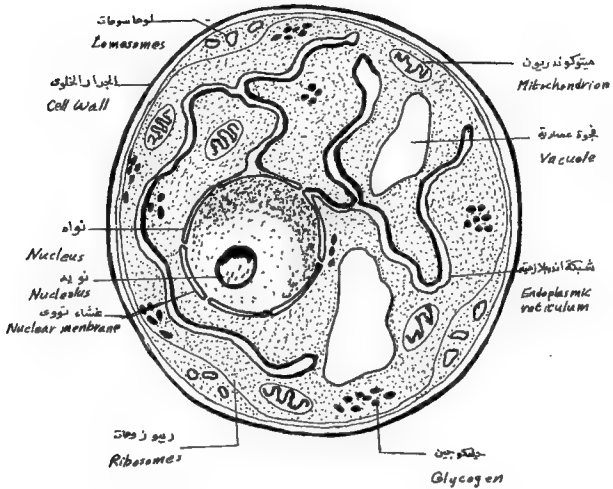
يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسي من البروتوبلازم وهو سائل شفاف محبب يظهر تحت الميكروسكوب الضوئي كسائل عديم اللون به حبيبات دقيقة ويظهر السيتوبلازم تحت المجهر الالكتروني اكثر تعقيدا ويحتوي علي جهاز معقد من الجسيمات الدقيقة والاغشية ويطلق علي مجموعة الاغشية اسم الشبكة الاندوبلازمية ويعتقد انها مركز كثير من العمليات الحيوية التي تحدث بالخلية وخصوصا عمليات البناء والتحولات الغذائية وينتشر بالسيتوبلازم مجموعة من حبيبات دقيقة تعرف بالريبوسومات ملامسة لجدار الفجوة ، تلعب دورا هاما في عملية تخليق البروتين في الخلية وهنا تختلف عن النبات الراقي في موضعها حيث توجد به الريبوسومات علي سطح الشبكة الاندوبلازمية .

يفصل السيتوبلازم عن جدار الخلية غشاء رقيق يعرف باسم الغشاء البلازمي الخارجي Ectoplast وتعرف الطبقة الداخلية من السيتوبلازم والملاصقة للفجوة العصارية Cell vacuole بالغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast وتحمل نفس صفات الغشاء البلازمي ويقل حجم السيتوبلازم في الخلايا المتقدمة العمر ويبدو كشريط رقيق يبطن جدار الخلية البالغة .

توجد بالسيتوبلازم مواد غذائية مخزنة في صورة دهون Lipids وحبيبات الجليكوجين Glycogen الامر الذي يكسبه مظهرا محببا .

تحتوي الخلية الفطرية علي نواه او اكثر ، ونواه الفطر صغيرة جدا (0.1 - 0.3 ميكرون) ، كرويه الشكل محاطه بغشاء مزدوج Nuclear membrane به ثقب Pores وقد امكن تمييز نويات Nucleolus وكروموسومات Chromosomes بداخلها بل ومعرفة عدد الكروموسومات لبعض الفطريات .

يحتوي سيتوبلازم الخلية الفطرية علي عدد من الميتوكوندريا Mitochondria



شكل (3): الخلية الفطرية .  
The fungal cell

وهي عبارة عن اجسام حيه دقيقة الحجم تختلف في الشكل والحجم باختلاف الانواع الفطرية ، تظهر بواسطه المجهر الالكتروني وباستعمال طرق صبغة خاصة محاطه بجدارين ، الخارجي منتظم والداخلي منتهي داخل جسم الميتوكوندريون مكونا ثنيات Cristae ويوجد داخل الميتوكوندريون مجموعة الانزيمات اللازمه لعملية التنفس Respiration وانتاج الطاقة اللازمة للخلية .

تحتوي الخلايا الفطرية بين الجدار الخلوي والغشاء البلازمي الخارجي علي عدد من الاجسام البروتوبلازميه مختلفة الشكل والحجم تعرف باسم اللوموسومات Lomasomes يعتقد ان لها علاقة بعملية تكوين الجدار الخلوي .

توجد اجسام جولجي Golgi bodies بالسيتوبلازم الفطري وهي تشبه تلك الموجودة بالنبات الراقي ويطلق عليها الديكتيوسومات Dictyosomes وبالرغم من الاعتقاد السائد بان لها علاقة بعملية الافراز وتكوين الفجوات داخل الخلايا النباتية للنباتات الوعائية الا انه لم يستدل علي وظيفتها بالخلية الفطرية حتي الآن .

### التركيب الكيميائي للخلية الفطرية

#### The chemical composition of fungal cell

التركيب الكيميائي للخلايا الفطرية الحية غاية في التعقيد حيث يتطلب طرقا خاصه للفصل والتحليل والتعريف.

#### التركيب الكيميائي للجدار الخلوي

##### Cell wall

بدأت محاوله دراسة التركيب الكيميائي للخلية الفطرية منذ سنة 1898م حيث اثبت فان وسلنج Van Wisseling ان جدر خلايا عديدة من الفطريات تحتوي علي احد السكريات العديدة وهو الكيتين Chitin (شكل 4) وهو احد امينات السكريات العديدة ويوجد اساسا في اللافقاريات .

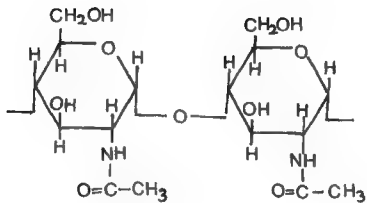
هذا وقد وجد ان التركيب الكيميائي لجدر الفطريات خليط مركب من مواد متكاثفة وان انواع هذه المواد المتكاثفة قد تختلف في انواع القطر الواحد ، بل وفي نفس القطر في مراحل مختلفة من حياته . كما اوضحت الدراسة باستخدام الميكروسكوب الالكتروني ان جدر الخلايا الفطرية معقدة للغاية وتشبه في شكلها الشبكة التي تتكون من خيوط دقيقة جدا Microfibrils تملأ الفراغات البين شبكية بحشوه Matrix من مواد متكاثفة .

يعتبر الكيتين Chitin من اكثر المواد المكونة لجدر الخلايا شيوعا في غالبية الفطريات ، وهو عبارة عن سلسلة لاعداد كبيره من الاستيل جلوكوز امين . وتختلف نسبة الكيتين في الفطريات المختلفة حيث يشكل 5 ٪ من الوزن الجاف لجدر فطر شيزوفيلم *Schizophyllum* الي 60 ٪ من جدر فطر سكليروشيم *Sclerotium* وينعدم تماما وجود الكيتين في جدر خلايا الفطريات البيضية *Oomycetes* والتزاوجية *Zygomycetes* حيث يحل محله الكيتوزان Chitosan في الفطريات التزاوجية وهو عبارة عن متكاثف نزي وحدات من جزئيات الجلوكوز امين والسليلوز Cellulose في الفطريات البيضية وهو عبارة عن متكاثف لوحدات الجلوكوز (شكل 15 ب ) .

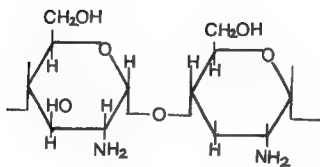
يعتبر متكاثف الفا - الجلوكان glucan عن اكثر السكريات المعقدة شيوعا في كل الفطريات الخيطية فيما عدا الفطريات التزاوجية وكذلك فطر عيش الغراب *Agaricus* اما بيتا - جلوكان فهو واسع الانتشار بجدار الفطريات البازيديه والزقية .

يعتبر ايضا الجالاكتوز امين Galactose amine احد مكونات الجدر الخلوي للفطريات الزقية . اما عديد اليورونيد Polyuronides فهو مركب متكاثف من الجلوكوز الحامضية المكون الاساسي بجدر فطر ميوكور *Mucor* .

بعد تحليل جدر عدد كبير من الخلايا الفطرية المختلفة تم تعريف اربعة انواع من السكريات موجودة ولكن بتركيزات ضئيلة للغاية ومنها سكر المانوز Mannose والجالاكتوز Galactose في جدر خلايا الفطريات الزقية ، والمانوز ، الفيوكون Fucose



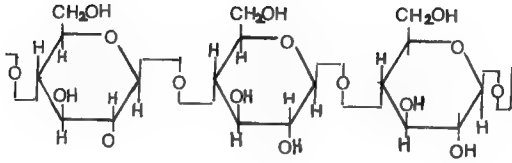
شكل (4) : جزء من جزيء الكيتين  
Chitin



شكل (15) : جزء من جزئي الكيتوزان

. Chitosan





شكل (5 پ) : جزء من جزيء السليولوز.

Cellulose

والزيلوز Xylose بجدر خلايا الفطريات البازيديه والتزاوجيه .

وبالإضافة الي المتكاثفات السكريه المختلفه وجد ان الجدر الفطرية تحتوي عادة علي نسبة 10 - 15 ٪ من الوزن الجاف من البروتينات Proteins ونسبه 5 - 10 ٪ من الدهون Lipids ، يتكون بروتين جدر الخلايا الفطرية من 14 حمضا امينيا وقد ثبت وجود الحامض الاميني هيدروكس بربولين Hydroxy - prolin في جدر الخلايا التي تحتوي علي سليولوز بينما لا يوجد في جدر الخلايا الفطرية التي تحتوي علي كيتوتين .

تنتشر في جدر خلايا الفطريات انواع من الاصباغ المعقدة وهي الميلانين Melanins ويعتبر احد نواتج الايض الثانوي Secondary metabolite يكون الميلانين نسبة 20 ٪ من الوزن الجاف للجدار في الغزل الفطري المسن . ويترسب الميلانين علي السطح الخارجي لخيوط الغزل الفطري ويعمل علي حمايه الخلايا من الاشعة الكونية والاشعاعات فوق البنفسجية .

### التكوين الكيميائي للسيتوبلازم

#### Cytoplasm

يتكون السيتوبلازم اساسا من الماء ، البروتينات ، الدهون ، المواد السكريه ، الاحماض النووية وذلك بالإضافة الي الاحماض العضوية وغير العضوية . بعض هذه المواد يوجد في حاله غروية بينما الاخر في صوره محاليل حقيقية وتوجد الدهون علي هيئة اشياء مستحلبات . تتاثر كميات هذه المركبات بصورة او باخري في الفطريات بنوع وتركيب الوسط المحيط بالفطر وتتناول فيما يلي مكونات السيتوبلازم وهي :

#### 1 . الماء

#### Water

يعتبر الماء من اهم مكونات الخلية الفطرية ، حيث تتراوح نسبة المحتوي المائي الخلوي 85 - 90 ٪ من الوزن الطري للغزل الفطري بينما تقل هذه النسبة كثيرا في

الجراثيم الكونيدية في معظم انواع الفطريات حتي تصل الي قرابه 25 ٪ من الوزن الطري للجراثيم . يعتبر الماء وسط الانتشار للمركبات الغروية بالسيتوبلازم ، كذلك وسط كل التفاعلات الحيوية ومنها تفاعلات التحلل المائي الانزيمي Hydrolysis للبروتينات ، الكربوهيدرات الثنائية ، المعقدة والدهون .

## 2 . المكونات المعدنية للخلية

### Mineral constituent of cell

يمكن الاستدلال علي العناصر المعدنية الخلوية وذلك بحرق الغزل الفطري حرقا تاما عند درجات حراره عاليه ، فان الرماد Ash المتبقي يختلف محتواه حسب نوع الفطر والوسط الغذائي النامي عليه . وتختلف نسبة الرماد من 2- 14 ٪ من الوزن الجاف بينما ترتفع الي ثلاثة اضعاف هذه النسبه برماد الجراثيم الفطرية في عدد كبير من الفطريات . يعتبر الفوسفور ، البوتاسيوم ، الصوديوم ، المغنسيوم ، الكالسيوم ، الحديد ، السليكون والكلور من اهم العناصر المعدنية الشائعة برماد الغزل الفطري بينما توجد الموليبيدات ، الكوبالت ، البورون ، المنجنيز ، الزنك ، النحاس وغيرها بكميات قليلة جدا .

## 3 . المكونات النتروجينية

### Nitrogen constituent

يختلف المحتوى النتروجيني في الانواع المختلفة من الفطريات ، فهو حوالي 2.25 ٪ من الوزن الجاف للغزل الفطري في حاله فطر كوبرينس ريبارينس *Coprinus radianrus* و 5.13 في حاله فطر تريكوبرما ليقتوريم-*Trichoderma lignor* *um* ويتميز الغزل الفطري الحديث بزيادة محتواه النتروجيني عن الغزل الفطري المسن . يدخل النيتروجين في تكوين البروتينات والانزيمات في الخلية كذلك الاغشية البلازمية بالاضافة الي الكيتين المكون للجدار الخلوي ، الاحماض الامينية الحرة ، اليوريا الذي يكثر وجوده في الفطريات البازيدية والاحماض النووية في الخلية .

#### 4 . المواد السكرية

##### Carbohydrates

تكون المواد السكرية والكحولات العليا مثل المانيتول Mannitol حوالي 12 - 18 ٪ من الوزن الجاف للخلية الفطرية . تدخل السكريات العديدة في تكوين الجدار الخلوي ، بالإضافة الي البروتينات والدهون . كما يخزن في مكونات الغزل الفطري العديد من السكريات . ويعتبر أكثر هذه السكريات شيوعا الجلوكوز Glucose والجالاكتوز Galactose بالإضافة الي الجليكوجين Glycogen الذي يكون قرابة 5 ٪ من الوزن الجاف للغزل الفطري والجراثيم . ويوجد سكر المانوز Mannose في فطر الخميرة Yeast بينما يندر وجوده في الفطريات الاخرى .

#### 5 . الدهون

##### Lipids

تتراوح النسبة الكلية للدهون في الغزل الفطري من 10 - 40 ٪ من الوزن الجاف وتختلف هذه النسبة حسب نوع الفطر وظروف التنمية . وتعتبر الفطريات ذات المحتوي الدهني أكثر من 20 ٪ من الوزن الجاف لغزلها الفطري عاليه المحتوي الدهني ومنها اجناس *Fusarium* ، *Aspergillus* ، *Pencillium* ، *Mucor* ، *Torula* و *Aspergillus* .

وتوجد الدهون الفطرية في عدة صور مختلفة منها :

أ . الاحماض الدهنية Fatty acids

ب . الدهون المتعادله Nutral Fat

ج . الشموع Waxes

د . الفوسفوليبيدات Phospholipids

وتشكل الاحماض الدهنية نسبة أكثر من 88 ٪ من وزن الدهون الكلي في الغزل

الفطري . اما الفوسفوليبيدات ففي الغالب تكون اقل من 10 ٪ . تكون الفطريات مادة الستيروولات Sterols بنسبه لا تتجاوز 1 ٪ من الوزن الجاف وتتأثر هذه النسبه بنوع الوسط الغذائي الذي ينمو عليه الفطر .

## التواجد والانتشار

### Occurrence and distribution

تعتبر الفطريات من اكثر الكائنات الحيه انتشارا في الطبيعة ، فهي توجد في صوره جراثيم او اجزاء من خيوط فطرية في التربة وتعيش قلة منها في الماء . وتنتشر جراثيمها في الهواء فاذا ما وجدت وسطا مناسبيا ودرجة حراره ملائمة للنمو نبتت لتكون غزلا فطريا . فتنمو الفطريات المترمة علي بقايا الكائنات الميتة كما تنمو الفطريات المتطفلة علي عائلها مسببة الامراض الفطرية المختلفة . كذلك توجد الفطريات مع كائنات اخري في معيشه تكافلية مثل الطحالب وتكون ما يعرف باسم الاشن .

## تنمية الفطريات

### Fungal cultivation

تنمي المزارع الفطرية علي اوساط غذائية Culture media (مفرد : وسط Medium) تحتوي علي بعض العناصر المعينه لغرض النمو الخضري ، التكاثر وتكوين الابواغ (الجراثيم) وتجدر الاشارة الي انه ليس هناك وسط غذائي عام تستطيع جميع الفطريات النمو عليه وتكوين وحداتها التكاثرية والابواغ ، ومن الضروري ان يتوفر في مثل هذه الاوساط الغذائية مصدر كربوني واخر نيتروجيني بالاضافة الي الاملاح المعدنية والفيتامينات وعوامل النمو الاخرى التي قد تحتاج لها الفطريات للحصول علي اقصى معدل للنمو والتي نستعرضها بايجاز :

1 . مصدر كربوني

## Carbon source

من المعروف ان الجلوكوز يعتبر من اكثر المصادر الكربونية استهلاكاً من قبل معظم انواع الفطريات . كذلك السكروز ، المانيتول والعديد من المركبات الكربوهيدراتيه .

2 . مصدر نيتروجيني

## Nitrogen source

تستهلك معظم انواع الفطريات النيتروجين في التترات والامونيا وكذلك البروتين المهضوم والاحماض الامينية .

3 . الاسلح المعدنية

## Mineral salts

يعتبر البوتاسيوم ، المغنسيوم ، الفسفور ، الكالسيوم ، الكبريت ، المنجنيز ، النحاس وغيرها جزءاً من تركيب الوسط الغذائي لما لها من اهمية في التركيب البنائي الخلوي ، كذلك تنشيط النمو والتجريم والانزيمات المختلفة .

4 . الفيتامينات وعوامل النمو

## Vitamines and growth factors

تضاف بعض الفيتامينات كالثيامين والبيوتين وفيتامين ب<sub>6</sub> الي بعض انواع الاوساط الغذائية وكذا عوامل النمو ومنها الاحماض الامينية والبيتون ومستخلص الخميرة لتنشيط عمليات النمو والتجريم .

5 . عوامل اخرى

## Another factors

من هذه العوامل درجة الحرارة المناسبة للنمو الفطري ، وكذا الرطوبة الكافية والماء مع مراعاة ضبط الاس الهيدروجيني PH الحامض الضعيف للوسط الغذائي .

انواع الاوساط الغذائية

## Types of culture media

تتعدد الاوساط الغذائية وتتنوع . ولكن من اكثر الاوساط الغذائية شيوعا واستخداما في تنمية الفطريات ماييلي :

### 1 . اوساط غذائية طبيعية

#### Natural media

وهي اوساط ذات تركيب كيميائي غير معروف بدقة وعادة تتكون من مواد طبيعية وماء . ومنها علي سبيل المثال مستخلص الشعير المنقوع ، ومستخلص البطاطا وبقية الذرة . وهي تستطيع ان تزود معظم الفطريات بالعناصر الضرورية اللازمة للنمو والتكاثر .

### 2 . اوساط غذائية شبه تخليقية

#### Semisynthetic media

وهي اوساط تركيبها الكيميائي معروف جزئيا ومن امثلتها الوسط الغذائي (Potato - Dextrose Agar) PDA

### 3 . اوساط غذائية تخليقية

#### Synthetic media

وهي تلك الاوساط الغذائية ذات التركيب الكيميائي المعروف تماما ومن اكثرها شيوعا الوسط الغذائي شبكس Czapek's medium وتعتبر الاملاح غير العضوية وبعض الجزيئات العضوية البسيطة هي المكون الرئيسي لهذه الاوساط .

كما توجد اوساط غذائية معينة تستخدم اساسا لعزل مجموعه معينه من الفطريات او نوع معين من الفطريات ويطلق عليها اوساط انتقائية Selective media كذا الاوساط التي تستخدم للفرقة بين الانواع الفطرية لنفس الجنس كما في الخمائر Yeasts ويطلق عليها الاوساط التفرقية Differential media . اما الاوساط التي تستخدم في دراسة الصفات الفسيولوجية للكائنات الدقيقة الموجودة في الطبيعة فيطلق عليها اوساط

## مخصبه Enrichment media .

وتنمي الفطريات عادة علي هذه الاوساط الغذائية . وقد تضاف مادة الاجار Agar agar - لجعل الوسط صلباً Solid medium ولكن معظم الدراسات الفسيولوجية والحيوية تحتاج الي مزارع ناميه في وسط غذائي سائل Liquid medium والمزارع السائله اما ان تكون سطحيه Surface or Still او مزارع مغموره Submerged .

### 1 . المزارع السطحيه

#### Surface cultivation

وفيها ينمي الفطر علي سطح الوسط الغذائي السائل ، وهناك اكثر من اعتراض علي استخدام المزارع السطحيه في تنميه الفطريات منها :

- أ . يشاهد في هذا النوع من النمو نوعان من الخلايا التي تكون الغزل الفطري وهذان النوعان مختلفان تماما ، احدهما هوائي aerial والاخر مغمور Submerged
- ب . يتعرض نوعا الخلايا الي ظروف بيئيه مختلفه مما لا يجعل هناك تجانسا في فسيولوجيتها .

### 2 . المزارع المغموره

#### Submerged cultivation

من اكثر المزارع شيوعا في الابحاث المعملية واكثرها فائده في تنميه الفطريات ، واكثر الاجهزة استخداما في المزارع المغموره هو جهاز الهزاز Shaker ، حيث توضع النوارق المحتويه علي الفطر والوسط الغذائي علي مسطح يدور بسرعه واجهزه الاهتزاز اما دائريه الحركة Rotatory shaker او تكون افقيه الحركة-Reciprocating shaker ومن المعتاد ان يكون معدل النمو للكائن النامي علي جهاز الهزاز ضعف معدل النمو لنفس الكائن النامي نموا سطحييا . واهم ميزه للنمو المغمور ان الغزل الفطري الناتج يكون



متجانسا مما يفيد في الدراسات الفسيولوجية والحيوية المختلفة . وعلي الرغم من ان كمية الهواء الذائب ومعدل انتشار الاكسجين في المزارع المهتزة تكون اعلي بكثير عن مثيلها بالمزارع السطحية الا انه في بعض الاغراض الخاصة تحتاج المزارع الي كمية اكبر من الاكسجين وتلك تكون الحاجة اليها ملحة حين يكون هناك تركيز كبير من المصدر الكربوني القابل للاستهلاك . ومعدل التهوية الكبير يمكن توفيره باستخدام اجهزة معينة يطلق عليها مخمرات Fermentors وفيها يمكن للوسط الغذائي المعقم ان يهتز وفي ذات الوقت تزود بتهويه خارجية .

وفي الصناعة وحين تستهلك المواد الغذائية تماما من الوسط الغذائي وكذلك تتراكم نواتج التفاعلات الايضية Metabolism فان هذين العاملين يعوقان النمو ، لذلك تطبق في الصناعة مايعرف بالمزارع المستمرة Continues cultivation وهذه تكون اما باضافه دوريه لمحلول مغذي معقم جديد الي المزرعة او بازاله الوسط الغذائي المستهلك علي فترات منتظمة بواسطه الطرد المركزي ثم اعادة الغزل الفطري مره اخري الي وسط غذائي جديد معقم .

يمكن الحصول علي وسط غذائي صلب Solid medium باضافة مادة الاجار - اجار الي الوسط الغذائي والاجار عبارة عن مادة سكريه معقده وتستخرج من بعض انواع الطحالب البحرية وتكون محلولاً غروباً عند درجات حراره مرتفعه وتتماسك كالجيلاتين عند درجه حراره 40° م ويعطي الاجار عند تحلله في الوسط الحامضى سكر الجالاكتوز . كما تستخدم بعض المواد الاخرى لجعل الوسط الغذائي صلباً . وهي تلك التي يلجا اليها في بعض الاغراض الخاصه مثل نشارة الخشب Sawdust ، الردة Bran ، القطن Cotton وحببيات التريه الارضي Soil كما تستخدم كذلك شرائح من مواد نباتيه مثل الجزر والبطاطا للمساعده علي تجرثم الفطريات وغيرها من الدراسات الفسيولوجية .

عند تنميه الفطريات يستخدم اللقاح Inoculum في بدء زراعة الفطر وهو كالعاده كميّه من الجراثيم الفطريه او الغزل الفطري وهناك عدّه اعتبارات Aspects

فسيولوجيه في عمليه التلقيح منها :

- 1 . يكون النمو اسرع حين يكون اللقاح كثيفا عنه حين يكون اللقاح قليلا .
- 2 . يجب تجنب استعمال الجراثيم المسنه ذات الحويه القليلة .
- 3 . يجب مراعاة ظروف نمو اللقاح وخاصه درجه الحراره ونوع الوسط الغذائي .
- 4 . اذا كان الوسط الغذائي الذي سينمو عليه الفطر غير مناسب فانه يجب استعمال لقاحات ذات حجم كبير .
- 5 . يمكن استخدام الغزل الفطري المفكك كلقاح وهي الطريقه الوحيدة للفطريات غير المتجرثمه .

## حفظ الفطريات

### Preservation of fungi

يلجا الي حفظ الفطريات في محاوله لتجنب تكرار نقل وتنميه الفطريات الاصلية علي مزارع حديثه مما يعرضها للتغيرات الوراثيه والتلوث وهناك عدده طرق لحفظ الفطريات وربما تكون الطريقه التي تناسب فطر قد لا تناسب الاخر ، ومن بعض هذه الطرق :

- 1 . طريقه انايبب التربه

#### Soil tube method

في هذه الطريقه ينقل الفطر الي تربه معقمه مبلله ويفضل جعل الاس الهيدروجيني PH في حدود 6 - 7 وذلك بالاستعانه بكميوات الكالسيوم ، فينمو الفطر ويتجرثم . وهذه الطريقه تستخدم في حدود ضيقه في حالات الفطريات التي لها المقدرة علي التجرثم . ويمكن لهذه الجراثيم ان تحتفظ بحيويتها مده خمس سنوات علي الاقل في انايبب التربه .

- 2 . طريقه الزيت المعصني المعقم

### Sterile mineral oil method

وهي طريقة بسيطة نسبيا ومن مميزاتها انه من الممكن استخدامها لحفظ الفطريات غير المتجرثمّة ، وفيها ينمي الفطر علي مزرعه مائله Slant لفترة محدودة ثم يغطي النمو بزيت البارفين المعقم وتحفظ . هذا ومعظم الفطريات يمكنها الاحتفاظ بحيويتها لفترة اكثر من عامين باستخدام هذه الطريقة .

### 3 . لجفيف الجراثيم

#### Spore - drying

وتتم هذه الطريقة بانتشار الجراثيم الفطرية في بعض المواد الغروية مثل بلازما الدم او الجيلاتين وغيرها من المواد الغروية ثم يسحب الماء من المحلول الغروي بواسطة اجهزة تفريغ خاصه حتي تمام الجفاف .

### 4 . التجفيف بالتفريغ بدون تجميد

#### Simple vaccum drying without freezing

وهي تشبه الطريقة السابقة الا ان الفطر ينمي علي وسط غذائي سائل وحين يتم التجرثم يسحب الماء من الوسط الغذائي باجهزة التفريغ دون الحاجة الي تجميد .  
والطريقتان الاخيرتان مناسبتان في حالة الفطريات المتجرثمه ويستعملان بكثرة لسهولةهما وتوافر الاجهزة الخاصه بهما .

## نمو الفطريات

### Growth of fungi

يمكن اعتبار النمو في الفطريات بانه الزيادة التي تحدث في كل من عدد وكتلة

الخلايا الحية . قد تنقسم الخلية الفطرية وتكون خلية جديدة ولكن لا يصحب ذلك زياده في الوزن كما يحدث لجرثومه الفطر حين تثبت في ماء مقطر وتعطي انبويه انبات ولكن في عدم وجود وسط غذائي سرعان ماتتوقف العمليه . وفي حالات اخري وتحت ظروف خاصه قد تزيد من مابنتها المنخرة وبذلك يزداد الوزن فقط دون الزيادة في عدد الخلايا . وفي كلتا الحالتين السابقتين لاتعتبر تلك الزيادة في العدد او في الوزن منفردين نمو بالمعني الصحيح .

عملية النمو للفطريات الخيطية Filamentous fungi تكون معقدة عن نمو الفطريات وحيدة الخلية Unicellular fungi مثل الخميرة وذلك بسبب الاختلافات التركيبية في اجناس الفطريات التي تعطي خيوطا فطرية هوائيه مثل حوامل الحواظ الجراثيمية Sporangiophores والحوامل الكونيدية Conidiophores فان تلك الاجزاء يكون اتصالها بالوسط الغذائي عن طريق الغزل الفطري الخضري الملامس لسطح الوسط الغذائي كبيرا ، نتيجة لذلك يحدث انتقال المواد الغذائية عبر مسافات كبيره نسبيا و يعتبر تكوين التراكيب الثمرية Fruiting structures وتكوين الجراثيم نمو حقيقيا حيث يحدث فيها تكوين خلايا جديدة وتكوين التراكيب الثمرية يحدث في معظم اجناس الفطريات علي حساب المواد المنخرة والبروتوبلازم المتكون والمختزن في خلايا الغزل الفطري الخضري .

### طرق قياس النمو الفطري

#### Fungal growth determination

توجد طرق مختلفة لقياس النمو الفطري . وبعض هذه الطرق تستخدم لكائنات معينه ولا يمكن تطبيقها علي كائنات اخري ويمكن القول بانه لا توجد طريقة معينه يمكن تطبيقها علي كل الفطريات .

## 1 . طريقة الوزن الجاف للفزل الفطوري

### Dry weight of the mycelium

وهي من أكثر الطرق استخداما بل أفضلها لقياس النمو الفطري وتختلف خطوات هذه الطريقة تبعا لنوع الوسط الغذائي ونوع الكائن . وعلى العموم تعتمد علي ازالة الفزل الفطري المتماسك من الوسط الغذائي السائل ويغسل ويجفف في وعاء نظيف معلوم وزنه . يمكن استخدام ورق الترشيح الجاف معلوم الوزن ، او اقمار الفصل ذات الزجاج المسامي Sintered glass funnel . ويجدر الإشارة هنا الي نمو بعض الفطريات يكون جيلاتيني وبالتالي يصعب ترشيحه ويستعان علي فصله بواسطة عملية الطرد المركزي Centrifugation ، بعد عملية فصل الفزل الفطري يجفف عند درجة 90 - 95 ° م عدة ساعات حتي يثبت وزنه . ورغم شيوع هذه الطريقة الا ان هناك اعتراضا علي استخدامها فقد تعكس الطريقة تراكما للمواد السكرية او غيرها من المواد المدخلة اكثر من ان تعكس تخليق بروتوبلازم جديد .

اما في حالة المستعمرات الفطرية النامية علي وسط غذائي متماسك صلب مزود بمادة الاجار فيقاس النمو بانتزاع النمو السطحي للفزل الفطري من علي سطح الاجار ، كذلك يمكن التخلص من الاجار الملتصق بالفزل الفطري بواسطة ماء ساخن . ولكن ذلك قد يقلل من الوزن الجاف للفزل الفطري حيث يذيب الماء الساخن بعض السكريات والمواد الذائبة الاخرى الخلوية .

## 2 . طريقة القياسات الضوئية

### Photometric method

وهي تناسب الفطريات وحيدة الخلية او ذات الخيوط الفطرية القصيرة . في تلك الطريقة يستعان بجهاز ضوئي له مقياس وعن طريقة يمكن قياس شدة شعاع الضوء المار في الوسط الغذائي وكلما زاد نمو الفطر تحجب كمية اكبر من الضوء المار خلال معلق الخلايا وترسم علاقته بين الوزن الجاف الموجود في حجم معين من معلق الخلايا وشده

الاضاءه بعد مروره في المحاليل المختلفة التركيز (شكل 6) .

### 3 . طريقة حساب النيتروجين الخلوي

#### Cellular nitrogen

وهي طريقة غير شائعة الاستخدام في حالة الفطريات . ورغم ان النيتروجين المشترك بالتركيب البنائي لكبوتين الجدار الخلوي في الفطريات يتداخل في هذه الطريقة من القياس الا انها احسن طريقة تعبر عن النمو اخذه في الاعتبار تخليق البروتين لازم .

### 4 . النمو الطولي

#### Linear growth

وهي احدي الطرق لقياس النمو الفطري علي اطباق بتري وفيها يقاس قطر او محيط او مساحه المستعمرة الفطرية . وفي هذه الطريقة يعبر عن معدل النمو Rate of growth بالزيادة اليومية الحادته . ويجب ملاحظه ان تلك الطريقة تهمل سمك المستعمرة الفطرية ، وبالتالي وقياس النمو السطحي بسهولة وبقة اخترع مايعرف باسم انبويه النمو Growth tube حيث تمتاز عن طريقة اطباق بتري التي لاتهتمل سمك المزعة الفطرية بالاضافة الي ان المزعه غير معرضه للتلوث .

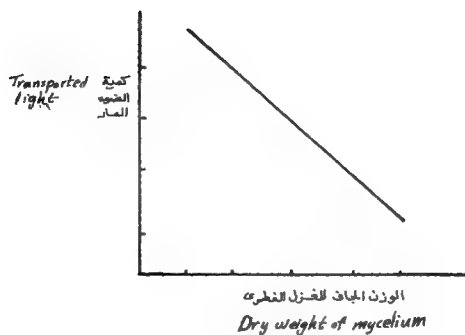
### اطوار النمو الفطري

#### Phases of growth

النمو في الفطريات كما في غيرها من الكائنات له نظام محدد يتغير معدل النمو ليس فقط بين الانواع المختلفة في الفطريات ولكن كذلك بين السلالات المختلفة لنفس النوع ويعتمد النمو كذلك علي الظروف البيئية والغذائية .

### اطوار النمو في الفطريات وحيدة الخلية

#### Unicellular fungi



شكل (6) : العلاقة بين النمو والقياسات الضوئية  
Growth and photometric relation

في الفطريات وحيدة الخلية مثل فطر الخميرة Yeast يكون نموها كحالة نمو البكتريا تماما فنجد ان مراحل النمو في الخميرة تطابق تماما مراحل النمو في البكتريا ومراحل النمو في الخميرة كما هو موضح بالشكل التوضيحي (شكل 7) يمكن تقسيمها الي عدة مراحل :

#### 1 . طور السكون

##### Stationary phase (Lag phase)

عند تلقيح وسط غذائي بخلايا الفطر فانه يلي عليه التلقيح فتره من الوقت لا يظهر فيها تغير في عدد الخلايا ولكن الخلايا تكبر في الحجم وتعتبر هذه الفترة فترة تأقلم Adaptation ومرحلة السكون او التأقلم قد تطول او تقصر ويعتمد ذلك علي عدة عوامل منها عمر وحجم اللقاح ونوع الوسط الغذائي . وكذا درجة الحرارة وغيرها من العوامل الاخرى .

#### 2 . طور ازدياد النمو

##### Phase of accelerated growth

وفيه يحدث انقسام في الخلايا ويتكون بروتوبلازم جديد من المكونات الغذائية الموجودة في الوسط الغذائي وتتميز هذه المرحلة بزيادة في معدل انقسام الخلايا بمعنى اخر ان الوقت اللازم لتخليق خلايا جديدة يقل باستمرار .

#### 3 . طور الاسباه او اللوغاريتمي

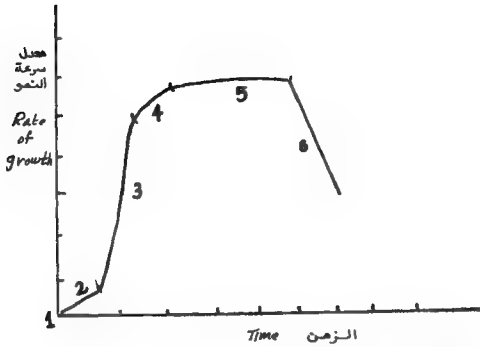
##### Exponential or logarithmic phase (Log phase)

وتتميز هذه المرحلة بان الوقت اللازم لانقسام الخلايا ثابت وبالتالي فانه عند رسم العلاقة البيانيه بين لوغاريتم عدد الخلايا والزمن ينتج خط مستقيم .

#### 4 . طور الابطاء

##### Phase of declining acceleration





- 1 طور السكون  
Lag phase  
2 طور ازدياد النمو  
phase of acceleration  
3 الطور الاسي  
Log phase  
4 طور الابطاء  
Declining acceleration  
5 طور السكون القصوى  
Maximum stationary phase  
6 طور التقليل  
phase of decline

شكل (7) : اطوار نمو الفطريات وحيدة الخلية.  
Phase of growth of unicellular fungi

كلما استهلكت المواد الغذائية وازداد تراكم نواتج الايض الثانوية السامة وغيرها وهي عادة الاحماض العضوية في الوسط الغذائي ذي المحتوى السكري العالي وكذلك النشادر في الوسط الغذائي ذي المحتوى النيتروجيني العالي في هذه المرحلة يزداد مره ثانيه وقت الانقسام . كل هذه العوامل وغيرها يكون نتيجتها ابطاء معدل النمو . اذا اضيف وسط غذائي جديد معقم باستمرار او اذا ازيلت نواتج الايض الثانوية السامة ففي الامكان عدم ظهور هذه المرحلة .

#### 5 . طور السكون القصوي

##### Maximum stationary phase

وهذه المرحلة تحدد اقصى وزن وعدد للخلايا الحيه ففي هذه المرحلة يموت من الخلايا المسنه عدد يكون مساويا لعدد الخلايا الجديدة ويقاء هذه المرحلة ومنتها يعتمد علي نوع الكائن ويلي مكونات الوسط الغذائي في هذه المرحلة .

#### 6 . طور التحلل الذاتي او الموت

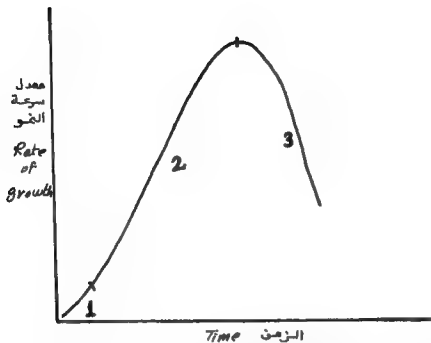
##### Phase of decline (death) or autolysis

يلي مرحله السكون القصوي السابقة مرحلة التحلل الذاتي . فحين يبدأ موت الخلايا تبدأ الانزيمات الخلويه في هضم كل المكونات الخلوية وعند فحص الخلايا ميكروسكوبيا في هذه المرحلة يتضح ان عددا كبيرا من الخلايا خالي تماما من البروتوبلازم .

#### انواع نمو الفطريات الخيطية

##### Filamentous fungi

مراحل النمو في الفطريات الخيطية النامية علي مرق غذائي مهتز liquid shaker culture او النمو الطولي Surface culture تتميز بثلاث مراحل رئيسية كما هو موضح بالشكل التوضيحي (شكل 8) .



طور عدم النمو الظاهري      Phase of no apparent growth  
 طور النمو السريع      phase of rapid growth  
 طور التفتت      phase of autolysis

شكل (8) : اطوار نمو الفطريات الخيطية .

Phase of growth of filamentous fungi

## 1 . طور عدم النمو الظاهري

### Phase of no apparent growth

تمر هذه المرحلة بمرحلتين متتاليتين وهما :

- أ . طور السكون Lag phase وهي المرحلة التي تسبق انبات الجراثيم .
- ب . طور حدوث نمو ولكنه غير محسوس ولا يمكن قياسه بالطرق المعتادة .

## 2 . طور النمو السريع

### Phase of rapid growth

في هذه المرحلة يكون منحنى النمو تقريبا خطا مستقيما وذلك اذا توافرت كل الظروف البيئية ، الغذائية والاكسيجين بكميات وافرة . في حالة الفطريات الخيطية لا يحدث لها تضاعف في عدد الخلايا . لذلك لا يعبر عن النمو بالعدد الكلي للخلايا الموجودة كما هو الحال في الكائنات وحيدة الخلية مثل الخميرة والبكتريا انما يعبر عن النمو بعدد قمم الخيوط الفطرية الهوائية Hyphal tips والمعدل الذي تصل به المواد الغذائية الي هذه القمم . خلال هذه المرحلة يحدث استهلاك كبير للمواد الغذائية الكربوهيدراتية ، النيتروجينية والمركبات الفوسفورية والتي تبدأ في النقصان خلال هذه المرحلة من الوسط الغذائي ، كذلك يكون التنفس في أقصى معدل له خلال هذه المرحلة .

## 3. طور التحلل

### Phase of no net growth or autolysis

تتميز هذه المرحلة باستهلاك جزء كبير من المواد الغذائية وتناقص في وزن الغزل الفطري ، كذلك ظهور النيتروجين والفوسفات في الوسط الغذائي ويرجع ذلك الي التحلل الذاتي لخلايا الغزل الفطري والتي يتم هدم الكيوتين والمواد الكربوهيدراتية والبروتينات ويتم الهدم بانزيمات الفطر نفسها ، كما تبدأ نواتج أخرى للتحلل في الزيادة بالوسط الغذائي ومنها النشادر ، الأحماض الأمينية ، المركبات الفوسفورية العضوية

وكذلك مركبات الكبريت .

## العوامل التي تؤثر علي النمو الفطري

### Factors affecting fungal growth

يتأثر النمو الفطري بعدد من العوامل البيئية كدرجة الحرارة ، الضوء ، تأثير الأس الهيدروجيني ، الضغط ، الاوكسجين ، ثاني اكسيد الكربون ، تركيز الوسط الغذائي وشكل وطراز اثناء التنمية والمحتوي المائي فضلاً عن بعض العوامل الداخلية و التي نتاولها فيما يلي

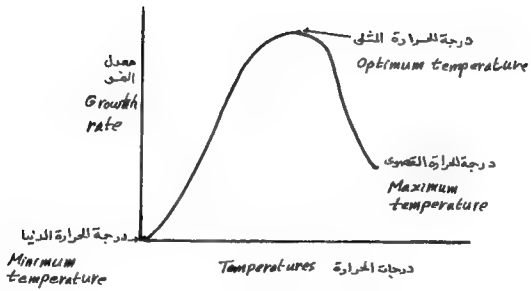
**العوامل المناخية**

#### Enviromental factors

##### 1- درجة الحرارة

#### Effect of temperature

تؤثر درجة الحرارة علي كل العمليات الحيوية في الخلية الفطرية من نمو وتكاثر وتكوين الجراثيم ولكل فطر درجة حرارة لا ينمو في الدرجات الأقل منها (درجة الحرارة الدنيا Minimum temperature ) كذلك توجد درجة حرارة لا يمكن للفطر أن ينمو في درجة حرارة أعلي منها ( درجة الحرارة القصوي Maximum temperature ) وتحدد هاتان الدرجتان مجال درجات الحرارة الملائمة لنمو كل كائن كذلك يحدث أقصبي نشاط للفطر عند درجة حرارة معينة يطلق عليها درجة الحرارة المثلي Optimum temperature حيث يحدث عندها أقصى معدل للنمو ( شكل 9 ) وتختلف هذه الدرجة تبعاً لاختلاف عوامل أخرى مثل نوع الوسط الغذائي وتركيز ايونات الهيدروجين وغيرها من العوامل ، لذلك لا توجد درجة حرارة قصوى واحدة بل تتغير بتأثير



شكل (9) : مجال درجات الحرارة والنمو  
Growth and range of growth temperatures

العوامل الأخرى في العمليات الحيوية المختلفة مثل إنتاج المضادات الحيوية أو إنتاج الفيتامينات ليس من الضروري أن يكون أحسن إنتاج لهذه المواد عند درجة الحرارة الملائمة للنمو الخضري . لذلك من الأفضل تنمية الفطر عند درجة الحرارة الملائمة للنمو الخضري ثم تغير بعد مدة معينة الي درجة الحرارة المثلي لإنتاج المركب المرغوب . ولقد وجد أن فطر بنسيليوم كريزوجينيم *Penicillium chrysogenum* ينتج البنسلين بكميات أكثر اذا بدأ النمو عند درجة حرارة 30° م ( المثلي للنمو ) ثم تغير درجة الحرارة بعد 48 ساعة الي درجة 20° م ( المثلي لإنتاج البنسلين ) .

معظم الأنواع الفطرية محبة للحرارة المتوسطة Mesophilic حيث تنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين 10° م - 40° م ويكون أقصى معدل لنموها ما بين درجات حرارة تتراوح بين 25° م - 30° م . يوجد عدد قليل من الفطريات تنمو عند درجات حرارة منخفضة وتسمى فطريات محبة للبرودة Psychrophilic fungi ومنها فطر فيوزاريوم نيفال *Fusarium nivale* وفطر فاسيديوم انفستانس *Phacidium infestans* الذي يصيب أشجار الصنوبر حيث يستطيع أن ينمو عند درجة حرارة -3° م وبالرغم من أن درجة حرارتها المثلي 15° م ، وبعض سلالات فطر كلادوسبوريوم هيريبارام *Cladosporium herbarum* وكذلك فطر ثياميديوم إيلاجنس *Thamnidium elegans* يمكنه النمو علي اللحوم في درجة ثلجات التخزين الباردة ( 6° م ) . أما الفطريات التي تتحمل درجات حرارة عالية وتسمى الفطريات المحبة للحرارة العالية Thermophilic fungi فلها القدرة علي النمو عند درجة حرارة 50° م ولا يمكنها النمو عند درجة حرارة أقل من 30° م وتستطيع بعض هذه الفطريات النمو عند درجة حرارة أعلي من 55° م وتسمى فطريات متحملة لدرجات الحرارة العالية Thermotolerant fungi ومن أمثلة الفطريات المتحملة لدرجات الحرارة العالية فطر ثيرمواسكس اورانتياكس *Thermascus aurantiacus* ، ثيرموميسيس لانوجينوس *Thermomyces lanuginous* ، اسبرجيلس فيوميجاتس *Aspergillus fumigatus* و كيتوميم ثيرموفيل *Chaetomium thermophilum*.

## . thermophile

توجد حتي الآن معلومات قليلة عن فسيولوجيا الفطريات سواء المحبة للحرارة أو المحبة للبرودة ، فبالنسبة للفطريات المحبة للحرارة كيف يمكن لهذه الفطريات النمو عند درجات حرارة مرتفعة ؟ ، كذلك لماذا لا تستطيع النمو عند درجات حرارة عادية ( أقل من 30° م ) ؟ وللإجابة علي ذلك فإن تحملها لدرجات حرارة مرتفعة انما يدور حول طبيعة الرابطة الهيدروجينية الموجودة في البروتين والتي لا تنكسر بسهولة بالحرارة ، والواضح أن انزيمات وبروتينات الفطريات المحبة للحرارة تكون مقاومة للحرارة عن تلك الخاصة بالفطريات الوسطية Mesophilic وقد عزي ثبات تلك البروتينات الي نوع مختلف من الروابط والتي تظل ثابتة حتي لو كسرت الروابط الهيدروجينية . وقد توجد اسباب اخري لتأقلم هذه الفطريات مع درجات الحرارة المرتفعة مثل الاحلال السريع او التعويض للبقاؤك او الجزئيات الحساسة للحرارة او قد يعزي ذلك الي غشاء دهني خاص يساعد علي حمايه انتظام النفاذية عند درجات حراره مرتفعة .

اما لماذا لا تستطيع هذه الفطريات النمو عند درجات حراره عادية (30° م) فحتي الان لا توجد اجابة مقنعة علي هذا السؤال .

وبالنسبة للفطريات المحبة للبرودة Psychrophilic كيف يمكنها النمو عند درجات حراره منخفضة ؟ ، فقد يعزي هذا الي وجود غشاء دهني خاص . ويجب ايضا ان تحتفظ بسيوله السيترولازم عند هذه الدرجات المنخفضة ويظن انها تتغلب علي هذه المشكله بزيادة تركيز الاملاح والمواد الذائبة او بتكوين مواد مانعة للتجمد Antifreeze

## 2 . الضوء

### Effect of light

يؤثر الضوء علي التركيب الخضري وتكوين الحوامل الجرثومية وكذلك التفاعلات التخليقية واتجاه الفطريات



## 1 . التركيب الخضري

### Vegetative structure

وجد ان الوزن الجاف لفطر بلاستوكلاديلا ايميرسوناي *Blastocladiella emorsoni* النامي علي وسط غذائي معرض للضوء قوته 60 - 80 شمع علي القدم المربع يكون اكبر من الوزن الجاف لنفس الفطر النامي في الظلام بنسبه حوالي 140 ٪ وينشط النمو ايضا في ضوء الشمس وتعتمد كميته التنشيط علي الضوء الازرق فقط . ولكن طبيعة مستقبل الفوتونات الضوئية غير معروفه حتي الان ، وكما ان الضوء له تاثير تنشيطي علي بعض الفطريات فله ايضا تاثير مثبط علي نمو الخيوط الفطرية في البعض الاخر ، كما في حاله الفطريات البازيدية Basidiomycetes ففي حاله الجراثيم اليوريدية Uredospores لفطر باكسينيا *Puccinia* يلاحظ تثبيط وقلة نموها في خلال مده تتراوح ما بين اربع الي عشر دقائق من بدء الاضاءة .

ب . تكوين الحوامل الجرثومية

### Sporangiophore formation

يلاحظ اثر سلبي للضوء Negative growth response علي نمو وتكوين الحوامل الجرثومية لفطر ثياميديم ايلاجنس *Thamnidium elegans* بينما ينشط الضوء تكوين الحوامل الجرثومية في الفطريات الطحلبية Phycomycetes هذا وقد وجد ان الضوء الازرق وفوق البنفسجي مسئولان عن هذا التنشيط .

ج . التفاعلات التخليقية

### Synthetic reaction

للضوء تاثيرات عديدة علي تكوين المركبات المختلفة الخلية الفطرية ، فنجد ان الضوء ينشط تخليق الاحماض النووية في فطر بلاستوكلاديلا ايميرسوناي *Blastocladiella emorsoni* وايضا كل الموجات الضوئية لها تاثير

واضح علي تخليق الجدار الخلوي . كذلك يؤثر الضوء علي تخليق الاصباغ في الفطريات فلقد وجد ان الضوء الضعيف يثبط تكوين الاصباغ في فطر نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa* وزيادة شدة الاضاءة يتحول لون الغزل الفطري في هذا الكائن من الابيض الي البرتقالي الي الاحمر القرمزي ، ووجد ان الكاروتينات ينشط تكوينها بزيادة شدة الاضاءة وعكس ذلك يشاهد تماما في الفطريات البازيدية .

د . تأثير الضوء علي حركة واتجاه الفطريات

### Oriented responses for light

يؤثر الضوء علي كل من حركة الفطر تجاه الضوء Phototaxis كذلك نشاط النمو جهة الضوء او بعيدا عنه Phototropism او الانتحاء الضوئي

#### Phototaxis . 1

وهو مايعبر عنه بحركة الفطريات جهة الضوء الساقط من جانب واحد وهذه الحركة ممكنة في حالة الجراثيم السابحة المتحركة Motile zoospores للفطريات الطحلبية المائية Aquatic phycomycetes

#### Phototropism . 11

الانتحاء الضوئي وهو نشاط النمو جهة او بعيدا عن مصدر ضوئي من جانب واحد وهذه احدي الصفات الشائعة في عديد من الفطريات الخيطية . بعض الفطريات مثل الجراثيم اليوريدية لفطر باكسينيا *Puccinia* لها انتحاء ضوئي سالب كذلك انبوية ا نبات فطر بوتريتس سنيريا *Botrytis cineria* سالبه الانتحاء الضوئي . اما الحوامل الجرثومية للفصيلة الميوكريه *Mucroaceae* تكون موجبه الانتحاء الضوئي وقد وجد ان اللون الطيف الزرقاء والبنفسجية هي التي تحدث هذا الانتحاء الضوئي السالب او الموجب .

### 3 . تاثير الاس الهيدروجيني PH

تطلق كلمة مجال الاس الهيدروجيني علي المنطقة التي يحدها اقل او اعلي رقم هيدروجيني يستطيع الفطر ان ينمو خلاله . وتختلف مجالات الاس الهيدروجيني للانواع المختلفة للفطريات وقد يتغير الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي الذي ينمو فيه الفطر واي عامل من العوامل البيئية قد يغير من شكل منحنى نمو الاس الهيدروجيني وهذه العوامل تشمل التغير في محتويات الوسط الغذائي كذلك مدي تركيز الكالسيوم والمغنسيوم وكذلك تغير المصدر النيتروجيني . توجد اربع عمليات حيوية تعمل علي تغيير الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي هي :

ا . استهلاك الكاتيونات

ب . استهلاك الانيونات

ج . تكوين الاحماض من المواد الكربوهيدراتية

د . تكوين القواعد وخاصة الامونيا من الاحماض الامينية والبروتينات .

وعلي عكس البكتريا والاكثينوميسيتس Actinomycetes فالفطريات اكثر قدرة علي تحمل الظروف البيئية الحامضية وكذلك فان الفطريات البازيدية لا يمكنها النمو علي وسط غذائي أسه الهيدروجيني أعلي من 7 . ورغم ذلك فهناك بعض الشواذ لفطريات تنمو علي اوساط غذائية مختلفة الاس الهيدروجيني . كما توجد هناك بعض الفطريات البازيدية المتشحة تحتاج الي ظروف قلوية حتي يمكنها النمو ويطلق علي هذه الكائنات المحبة للقلوية Alkaliphilic . هذا وقد ثبت ان معظم الفطريات المتطفلة علي النباتات الراقية تنمو بكفاءة في وسط غذائي أسه الهيدروجيني يتراوح بين 5.0 - 6.5 .

وبالنسبة للفطريات التي لها القدرة علي النمو في اوساط شديدة الحامضية توجد كثير من الخمائر Yeasts وخاصة تلك التي تستخدم في الصناعات الميكروبيولوجية تستطيع النمو عند اس هيدروجيني 2.0 واحسن الامثلة للفطريات المحبة للحموضة الشديدة هو فطر اكونتيم فيلاتم *Acontium velatum* وينتمي الي الفطريات

الناقصة Deuteromycetes حيث ينمو بكفاءة عالية عند اس هيدروجيني 0.2 وبالتأكيد فان محتويات خلية هذا الفطر لا تكون ابدا في حدود الرقم الهيدروجيني الذي يعيش عليه الفطر ( 0.2 ) لانه لو حدث ذلك فان جزيئات ATP والاحماض النووية وعديد من المحتويات الخلوية سيحدث لها تحلل مائي Hydrolysis.

في معظم الدراسات الفسيولوجية من الضروري التحكم في الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي النامي عليه الفطر باضافة دورية لمحاليل منظمة تعمل علي جعل الاس الهيدروجيني ثابتا وتستهمل عدة انواع من المحاليل المنظمة مثل الاحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة مع املاحها الذائبة . كذلك المواد المترددة مثل الاحماض الامينية والبروتينات .

تركيز ايونات الهيدروجين PH يمكنها ان تؤثر علي الشكل الظاهري للفطر فكلما زاد الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي عن 6.0 كلما تقصر الهيفات الفطرية كما في فطر بشيليوم كريزوجينم *Penicillium chrysogenum* وعند اس هيدروجيني يتراوح بين 6.0 - 7.0 تتكون اقراص من الفزل الفطري ولا تتكون خيوط فطرية . كما تؤثر تغيرات الاس الهيدروجيني علي فعل الانزيمات ونشاط الكائن يعزي الي العلاقة والتداخل بين ايونات الهيدروجين والانزيمات علي الغشاء البلازمي .

#### 4. تأثير الضغط

##### Effect of pressure

معظم الفطريات تنمو وتتكاثر في بيئات الضغط الجوي العادي . ولكن هناك عديد من الفطريات تستطيع النمو في ظروف بيئية ضغطها اعلي بكثير من الضغط الجوي .

تستطيع الخميرة ان تحيا لعدة ايام تحت ضغط جوي يعادل 3.0 - 4.0 ضغط جوي وتظل حية وتخمر المواد السكرية تحت هذه الظروف . هذا وقد وجد ان ضغطا جويا 6.0 عند درجة حرارة 37° م ولدة 72 ساعة كاف لاعاقبة نمو الفطريات الطحلبية المائية

Aquatic phycomycetes فاذا حفظت الجراثيم السابحة والغزل الفطري لهذه الفطريات تحت هذه الظروف السابقة ثم نقلت الي بيئة في الضغط الجوي العادي فلا يشاهد اي نمو للغزل الفطري او اي انبات للجراثيم السابحة . ويطلق علي الفطريات التي يمكنها النمو في بيئات ضغطها اعلي من 3.0 ضغط جوي اسم الفطريات المتحملة للضغوط العالية Paraphilic fungi وتأثير الضغوط العالية يرجع بدرجة كبيرة الي تخثر الانزيمات Denaturation. هذا وقد وجد ان الضغوط العالية لبعض الغازات مثل الاوكسيجين لها تأثير مثبط علي نمو بعض الفطريات .

#### 5 . تأثير الاوكسيجين

##### Effect of oxygen

معظم الانواع الفطرية كائنات حية هوائية اجبارية Strict aerobes فهي تحتاج للاوكسيجين واو بكميات قليلة جدا حتي تتمكن من النمو لكن لهذه القاعدة العامة شواذ ثلاثة :

أ . ان بعض الخمائر Yeasts وكذلك بعض الفطريات الخيطية Filamentous fungi يمكنها الحصول علي كمية كافية من الطاقة بواسطة التخمر Fermentation وبالتالي لها القدرة علي تحمل تراكم كميات كبيرة من حامض اللاكتيك Lactic acid والكحول الايثيلي Ethyl alcohol في البيئة التي يعيش فيها .

ب . عدد قليل من الفطريات مثل اكوالينديرلا فيرميتانسان *Aqualinderella fermentans* فينقصها بعض او كل السيتوكروم الذي يدخل في تكوين السلسلة التنفسية Electron transport chain واذك فهي كائنات تخميرية اجبارية - Obligate fermentative ولا يمكنها التنفس تحت الظروف الهوائية . وهي في ذك تشبه بكتيريا حامض اللاكتيك .

ج . تستطيع بعض الفطريات استخدام ايون النترات كمستقبل نهائي للالكترونات

وذلك في غياب الاوكسيجين مثل فطر نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa*. وبالرغم من ذلك فلا يوجد فطر يعتبر لاهوائيا اجباريا Obligate anaerobe.

بعض انواع الفطريات يقل نموها عند ضغوط عالية من الاوكسيجين مثل فطر افيوپليس جرامينس *Ophiobolus graminis* بينما بعض الفطريات تنمو بكفاءة عالية عند هذه الضغوط المرتفعة مثل فطر اسبرجيلس اوريذي *Aspergillus oryzae*.

#### 6 . تاثير ثاني اكسيد الكربون

##### Effect of CO<sub>2</sub>

معظم الفطريات يمكنها تثبيت ثاني اكسيد الكربون في مكوناتها الخلوية وتعرف هذه العملية بعملية خلق مجموعة الكربوكسيل ، مثل تثبيت ثاني اكسيد الكربون وتحويله الي احماض عضوية واحماض امينية ، لعملية تحويل حامض البيروفيك -Pyruvic acid الي حامض اكسال استيك Oxaloacetic acid او تحويل الاسيتالدهيد الي حامض البيروفيك .

كذلك يمكن اتحاد ثاني اكسيد الكربون مع كل من حامض اللاكتيك ، حامض الفوماريك ، حامض الستريك وحامض السكسينيك في العديد من الانواع الفطرية . الضغط العالي لثاني اكسيد الكربون عادة يثبط النمو الفطري ولكن تختلف كمية الضغط اللازم احداثها لعملية التثبيط من فطر الي اخر . فطر الترناريا سولاني *Alternaria solani* يقل نموه بدرجة كبيرة اذا عرض لضغط من ثاني اكسيد الكربون يعادل 38 مم بينما فطر بنسيليوم نيجريكانس *Penicillium nigricans* يحدث له تاثير طفيف اذا عرض لضغط يعادل 150 مم ثاني اكسيد الكربون .

#### 7 . تاثير تركيز الوسط الغذائي

##### Effect of medium concentration

تركيز الوسط الغذائي له تاثير كبير علي معدل وكمية النمو الفطري . وتركيز

الوسط الغذائي الذي يكون مناسباً تماماً للنمو الخضري قد يكون غير ملائم لأغراض أخرى مثل التكاثر أو التجزئ .

ويمكن تغيير تركيز الوسط الغذائي بطريقتين :

أ . بتخفيف الوسط الغذائي ككل حيث تظل النسبة بين المكونات المختلفة للوسط الغذائي ثابتة ولا تتغير .

ب . بتغيير تركيز أحد مكونات الوسط الغذائي فقط دون باقي المكونات .

حين يخفف الوسط الغذائي ككل فمن المتوقع أن النقص الناتج في كمية الغزل الفطري تتناسب تناسباً مباشراً مع كمية التخفيف ولكن لا يحدث ذلك باستمرار . وحين يتغير تركيز أحد مكونات الوسط الغذائي بالزيادة التدريجية فإن كمية النمو تزداد وتتناسب مع التركيزات المختلفة حتى درجة تركيز معينة لا يشاهد بعدها أي زيادة مقابلة في كمية النمو ، ويعزي ذلك إلى التركيزات المحددة لغيره من مكونات الوسط الغذائي .

8 . تأثير شكل ونوع اناء التسمية

Effect of the size and type of the cultural vessels

أقصى وزن من الغزل الفطري الذي يمكن الحصول عليه من حجم معين من الوسط الغذائي يعتمد على نوع وحجم الاناء المستخدم في تنمية الفطر ، ويعزي هذا أساساً إلى الاختلاف في معدل التهوية .

يمكن أن يظهر تأثير عمق الوسط الغذائي على كمية ومعدل النمو باستخدام حجم ثابت من الوسط الغذائي في دوائر مخروطية ذات أحجام مختلفة أو بتغيير حجم الوسط الغذائي في دوائر لها نفس الحجم . هذا وقد وجد أن فطر سورديا فيوميكولا - *Sor-daria fumicola* لا تقل كفاءته في تحويل مكونات الوسط الغذائي إلى غزل فطري ويكون ذلك كلما زاد عمق الوسط الغذائي .

## 9 . تأثير المحتوى الرطوبي

### Moisture content

يختلف كل فطر عن الآخر في احتياجه للرطوبة . معظم الانواع الفطرية تعيش في الطبيعة علي اوساط غير مشبعة بالماء . قلة المحتوى الرطوبي للوسط هو احد العوامل المحددة لنمو الفطريات خاصة تلك التي تنمو في التربة او علي الاخشاب . وكقاعدة عامة فالخشب الذي يحتوي علي نسبة رطوبة اقل من 20 ٪ يكون محصنا ضد الفطريات المحللة للخشب . ولكن الارتفاع الضئيل عن هذه النسبة ربما تساعد علي نمو الفطريات .

### العوامل الداخلية

#### Internal factors

يختلف نوع الفطر عن الآخر وحتى سلالات Isolates نفس النوع الواحد تختلف من واحدة الي اخري في تكوينها الوراثي . وتحدث الطفرات في المعمل بواسطة اشعة اكس ، والاشعة فوق البنفسجية وبعض الكيماويات الخاصة . وطفرات الجنس الواحد الناتجة في نفس المعمل تختلف في الاصل في واحدة او اكثر من الصفات المورفولوجية والبيولوجية .

كذلك يجب معرفة عمر Age ، وتاريخ History ونوع القاح حيث انه لها تأثير كبير علي نمو الفطر . وكل العوامل السابقة قد تؤثر علي معدل وكمية النمو ووظائف اخري للفطر. فالقاح الحديث السن يكون اصح حيث ان الخلايا المسنة كقاعدة عامة تكون بطيئة في بداية النمو .

في الدراسات التجريبية الدقيقة لا يصح اهمال درجة الحرارة ونوع الوسط الغذائي التي تنمي عليها القاح . ففي بعض انواع الخلايا مثل الخميرة اذا زرعت مدة طويلة عند درجة حرارة معينة فانها تتأقلم علي هذه الدرجة من الحرارة فاذا نقلت الي درجة حرارة مغايرة فان تأثير درجة الحرارة التي نمت عندها في البداية يظل لمدة من



الزمن وبالتأكيد فان ذلك يحدث نتيجة لحدوث شيء ما في داخل مكوناتها .

بعض الفطريات لها القدرة علي تخليق بعض نواتج الايض الثانوية - Secon-dary metabolite فاذا كان الوسط الغذائي النامي عليه الفطر خاليا من هذه المواد فانه بعد وقت يطول او يقصر يبدأ الفطر في تخليق هذه المواد الحيوية وعند تكوينها يبدأ النمو الطبيعي للفطر . وذلك مثل ما يحدث لفطر الخميرة وتخليقها لبعض الفيتامينات التي تساعد علي النمو الطبيعي للخلايا .

## التغذية في الفطريات

### fungus nutrition

تخلو خلايا الفطريات من صبغ الكلوروفيل "الخيضر" لذلك لا تستطيع تكوين غذائها بنفسها وتظل عضوية التغذية او متباينة التغذية Heterotrophic ويمكن للفطريات ان تعيش بثلاث طرق :

1 . تعيش متطفلة Parasites علي الكائنات الحية الاخرى مثل النباتات الراقية والحيوانات والانسان مسببة لها بعض الامراض .

2 . تعيش مترممة Saprophytes علي البقايا العضوية لانسجة الكائنات الميتة من نبات وحيوان .

3 . تعيش متكافلة Symbiotic في منفعة متبادله مع كائنات اخرى مثل الطحالب كما هو الحال في الاشن Lichens .

والفطريات ككل الكائنات الحية تحتاج الي الماء وعناصر غير معدنية مثل الكربون ، الهيدروجين ، الاوكسجين ، الفسفور والكبريت وكذلك تحتاج لعناصر معدنية مثل البوتاسيوم ، المغنسيوم ، الحديد ، النحاس ، المنجنيز ، الزنك ، الصوديوم ، الكالسيوم واليورون وغيرها وكل هذه المواد ضرورية لبناء المكونات الخلوية المختلفة .

## العناصر غير المعدنية الضرورية

الفرز الفطري وكذلك الجراثيم الفطرية تتكون اساسا من مركبات تحتوي علي عناصر غير معدنية. وكقاعدة عامة فان 95 ٪ من وزن الفطر يكون من الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين والكبريت والفسفور وتتناول فيما يلي اهمية هذه العناصر وبحرها بالنسبة للتركيب الخلوي :

### 1 . الكربون

#### Carbon

يعتبر الكربون من اهم العناصر الضرورية التي يحتاجها الكائن الحي عموما فكافة المكونات الخلوية كالانزيمات ، البروتينات ، الجدار الخلوي والمواد الغذائية المخزنة في الخلية تتكون اساسا من الكربون ولذلك فان 50 ٪ من الوزن الجاف للفطر يتكون من الكربون وحده وبالإضافة الي كونه العنصر التركيبي الرئيسي فان المركبات الكربونية تلعب دورا هاما وذلك من الناحية الوظيفية واهمها اطلاق الطاقة من المركبات الكربونية واستغلالها في اوجه الحياة المختلفة الخلية الفطرية وتستطيع الفطريات النمو علي عدد من المركبات العضوية حتي تلك المعقدة ولكن ليست كل الفطريات قادرة علي استهلاك كل المركبات العضوية في الطبيعة ولا كل الانواع تستطيع استهلاك مركب معين بنفس الكفاءة والسهولة ، والمواد المكونة للمركب وشكلها التركيبي وترتيبها الفراغي تؤثر علي مدى استهلاك المواد العضوية المختلفة وامكانيه استخدامها كمصدر كربوني ومن اهم المصادر الكربونية :

### 1 . المواد الكربوهيدراتية

#### Carbohydrates

المواد الكربوهيدراتية اهم المصادر الكربونية واكثرها انتشارا في تنميه الفطريات ومنها :

## 1. السكريات الاحادية

### Monosaccharides

وهي السكريات التي لها نفس الشكل التركيبي ولكن تختلف في ترتيب مجاميعها الفعالة سواء علي يمين او يسار ذرات الكربون وتختلف فسيولوجيا كل عن الاخر ، وفي الغالب يستهلك المشابه اليمين فقط او اليساري فقط او يستهلك احدهما بسهولة وسرعة عن المشابه الاخر ، ومن اهم انواع هذه السكريات الاحادية :

#### \*\*السكريات السداسية

### Hexoses

هذه السكريات لها التركيب العام  $C_6H_{12}O_6$  وتوجد منها في الطبيعة بكثرة :

المانوز اليميني D-mannose ، الجلوكوز اليميني D-glucose

الجالاكتوز اليساري L-galactose ، الجالاكتوز اليميني D-galactose

السربروز اليساري L-surbose ، الفركتوز اليميني D-fructose

معظم انواع الفطريات تستطيع استهلاك الجلوكوز بسرعة عن اي سكر سداسي اخر ، اما الفركتوز والمانوز فتستهلك ايضا بعدد كبير من الفطريات بينما يستهلك الجالاكتوز بواسطة عدد قليل من الفطريات . ومقدره استهلاك الفطريات المختلفة للسكريات السداسية يختلف باختلاف مدي مقدره هذه الفطريات علي تحويلها الي الجلوكوز ، كذلك مدي مقدره هذه الفطريات علي افراز الانزيمات الخاصة التي تساعد علي فسفرة السكر .

هذا وقد وجد ان هناك عددا ضئيلا من الفطريات ليست لها المقدرة علي استهلاك اي من السكريات الاحادية سالفة الذكر علي سبيل المثال فطر لبيتوميثس *Leptomitius lacteus* التي يمكنها النمو بكفاءة علي الخلطات acetate

وغيرها من الاحماض الدهنية كمصدر اساسي للكربون .

### \*\*السكريات الخماسية

#### Pentoses

من اكثر السكريات الخماسية في الطبيعة الريبوز اليميني والزيلوز اليميني واليساري والارابينوز اليميني واليساري كذلك توجد السكريات الخماسية كوحداث بنائية في عديدات التسكر Polysaccharides . واكثر هذه السكريات الخماسية وجودا واستخداما بالفطريات هما الارابينوز اليساري والزيلوز اليميني بينما يلاحظ ضعف النمو الفطري في حاله استخدام الزيلوز وذلك يرجع الي كسر الزيلوز وتحويله الي مركب الفيرفورال ويتم ذلك في الاوساط الغذائية الحامضية واثاء التعقيم الساخن .

### \*\*السكريات الكحولية

#### Sugar alcohols

اختزال مجاميع الالدهيد او الكيتونات للسكريات البسيطة يحول تلك السكريات الي كحولات . فمثلا يتحول الجلوكوز الي سوربيتول والمانوز الي مانيتول والجالاكتوز الي جالاكتيتول .

يعتبر المانيتول اكثر السكريات الكحولية شيوعا واستهلاكا بواسطة الفطريات . اما السوربيتول والجالاكتيتول فان معظم الفطريات لاتستطيع استهلاكها . وبمقارنه السكر ونظيره الكحولي وجد ان معظم الفطريات تستهلك السكر بسهولة عن نظيره الكحولي . ويعتبر الجلوسرين من اكثر الكحولات العديدة الهيدروكسيل استهلاكا بواسطة الفطريات وتختلف القدره علي استهلاك الجلوسرين من فطر الي اخر فقد وجد ان فطر اسبرجيلس اوريزي *Aspergillus oryzae* وفطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* يكون النمو فيها ضعيفا بينما فطر مومونيلا . ايكينياتا *Memnoniella* *echinata* تنمو بكفاءة في مزارع يكون فيها الجلوسرين هو المصدر الكربوني الوحيد .

## \*\* الاحماض السكرية

### Sugar acids

اكسدة مجموعة الالدهيد في السكريات تعطي الاحماض السكرية مثل حامض الجلوكونيك الذي ينتج من اكسدة الجلوكوز بينما اكسدة مجموعة الهيدروكسيل الاولى تعطي ما يسمى بحامض يورنيك مثل حامض الجالاكترونيك الناتج من اكسدة الجالاكتوز اما اكسدة مجموعة الالدهيد ومجموعة الهيدروكسيل فتعطي ما يسمى بحامض الساكريك . ويعتبر حامض الجلوكونيك وحامض الساكريك مصدرا كربونيا لعدد كبير من الفطريات . هذا وقد وجد ان هناك انواع فطرية مثل فطر اسبرجيليس نيجر *Aspergillus niger* لها المقدرة علي تكوين حامض الجلوكونيك ثم تستهلكه مرة اخري خلال هدم السكريات كمصدر كربوني .

### II . ثنائيات السكر

#### Disaccharides

واسعة الانتشار في الطبيعة وهي عبارة عن جزيئين لسكريات احادية مرتبطة بروابط جليوكوسيدية ومنها:

### \*\* المالتوز

#### Maltose

يتكون سكر المالتوز عند تحلل النشا بعمل انزيم الاميليز Amylase وعند تحلل المالتوز ينتج جزيئين من الجلوكوز والرابطة الجليوكوسيدية وهي من النوع الفا . يستهلك المالتوز بواسطة عدد كبير من الفطريات بينما توجد بعض انواع فطرية ضعيفة النمو او لا تنمو مطلقا علي المالتوز عند استخدامه كمصدر كربوني مثل فطر بوايكتريديم اجريجاتم *Polychytridium aggregatum* وفطر بنسيليوم ديجيتاتم *Penicillium digeiatum*

**\*\*سلوبيوز**

## Cellobiose

عبارة عن الوحدات التكرارية لجزيء السليولوز ويختلف عن المالتوز في نوع الرابطة الجليكوسيدية التي تربط جزيء الجلوكوز فهي من النوع بيتا ، لذلك فان الفطريات التي لها المقدرة علي افراز الانزيمات اللازمة لتحلل هذه الرابطة لها المقدرة علي استهلاك السلوبيوز كمصدر كربوني .

**\*\* اللاكتوز**

## Lactose

يوجد هذ السكر في البان الحيوانات وتطله مائيا يعطي جزيئين وهما الجلوكوز والجالاكتوز ، والرابطة الجليكوسيدية من النوع بيتا ، وقد وجد ان عددا قليلا جدا من الفطريات تستخدم هذ السكر كمصدر كربوني وبالتالي يوصف بانه مصدر كربوني ضعيف للنمو الفطري .

**\*\* السكروز**

## Sucrose

عند تحلل السكروز ينتج جزيئين من الجلوكوز والفركتوز والرابطة في هذا السكر خليط من الالفا والبيتا ، يستهلك السكروز بواسطة عدد قليل من الفطريات مقارنة بالمالتوز ولكن اكثر استهلاكا من الـ لاكتوز .

**III . ثلاثيات السكر**

## Trisaccharides

وهي تلك السكريات التي يحوي جزءاها علي ثلاثة جزيئات لسكريات احادية مرتبطة بروابط جليكوسيدية ومنها سكر الرافينوز الذي ينتج كنتاج في صناعة سكر

البنجر ، ويتكون من جزيء واحد من الجالاكتوز وجزيء من السكروز وعند تحلله كاملا يعطي جزيء واحد لكل من الجالاكتوز والجلوكوز والفركتوز . يستهلك الرافينوز بواسطة عدد من الفطريات منها فطر اسبرجيلس اوريزي *Aspergillus oryzae* .  
والذي يحدد مدي استهلاك السكريات الثنائية والثلاثية بواسطة الفطريات هو مدي قدرة هذه الفطريات علي افراز الانزيمات المحللة للرابطة الجليوكوسيدية ، كذلك مدي امكانية استهلاك السكريات البسيطة التي يتكون منها السكر الثنائي أو الثلاثي .

#### 5 . مديدات التسكر

##### Polysaccharides

اهم مديدات التسكر هي السليولوز والنشا والجليكوجين وعموما فمديدات التسكر لاتنوب في الماء وحيانا تكون محلولاً غروياً واستهلاك هذه السكريات يعتمد علي مقدرة الفطر علي افراز الانزيمات المحللة لهذه السكريات

#### \*\* السليولوز

##### Cellulose

عبارة عن سلسلة مستقيمة ناتجة من تكاثف وحدات من الجلوكوز اليميني مرتبطة بروابط جليوكوسيدية من النوع بيتا . والفطريات التي لها القدرة علي تحليل السليولوز بواسطة انزيم السليولاز لها المقدرة علي استخدامه كمصدر كربوني

سليولوز — سليوكسترين — سليوتيتروز — سليوبيوز — جلوكوز يميني

يعتبر السليولوز مصدراً كربونياً لعدد كبير من الفطريات تجمع تحت مجموعة

Wood rotting لتعطين الخشب

#### \*\*النشا

##### Starch

يشبه النشا السليولوز من حيث انه ناتج عن تكاثف عديد من جزيئات الجلوكوز اليميني ولكن الرابطة الجليوكوسيدية هي من النوع الفا . ويتكون النشا من نوعين من الجزيئات . الجزء الذي يكون سلسله مستقيمه يسمى الاميلوز Amylose اما التفرعات فيسمى الاميلوبيكتين Amylopectin والانزيمات المحلله للنشا يطلق عليها اسم الاميليز Amylase

نشا — دكسترين — مالتوز — جلوكوز يميني .

والفطريات التي تنتج انزيم الاميليز لها المقدرة علي استهلاك النشا كمصدر كربوني . هذا والفطريات التي تستهلك النشا فلا بد ان تستهلك المالتوز ايضا .  
\*\* الجليكوجين

### Glycogen

يشبه النشا ويتكون بواسطة الحيوانات وقد وجد ان العديد من الفطريات لها المقدرة علي استخدام الجليكوجين كمصدر كربوني .  
\*\* الكيوتين

### Chitin

هو ناتج تكاثف استيل جلوكوزامين N-acetyl glucose amine وهو من عديدات التسكر ويستهلك بواسطة الفطريات المتطفلة علي المشرات .  
\*\* البكتين

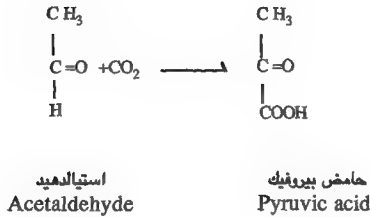
### Pectin

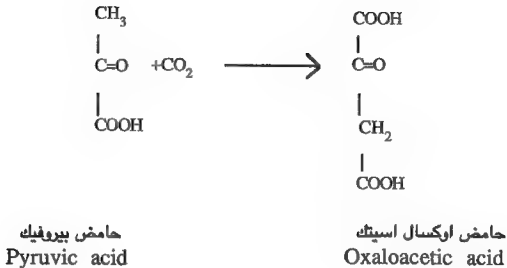
هو ناتج لحامض الجالاكتورنيك ويوجد في الجدر الخلوية للنباتات الراقية ويستهلك بواسطة الفطريات المترومة والمتطفلة علي النبات .



ب . ثاني اكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

بعض الفطريات تستطيع استهلاك ثاني اكسيد الكربون ولكن لا يمكن الاعتماد عليه كمصدر وحيد للكربون ، فقد ثبت ان بعض انواع الفطريات تقوم بتثبيت ثاني اكسيد الكربون علي الاحماض العضوية بالخلية الفطرية مثل حامض البيروفيك وغيره من الاحماض الكيتونية مما يساعد علي تكوين الاحماض الامينية المختلفة كما بالمعادلات التالية :





### ج . الاحماض العضوية

#### Organic acids

بعض الفطريات لها القدرة علي استهلاك الاحماض العضوية كمصدر كربوني وكذلك الاحماض الدهنية فلقد وجد ان فطر لبتوميثس لاكتس *Leptomitius lacteus* ليس له القدرة علي استهلاك اي مصدر كربوني ولكنه ينمو بكفاءة علي الاحماض الدهنية المختلفة او املاحها ولكن لا ينمو علي احماض الفورميك والبروبيونيك لانها سامه وتستخدم احيانا كمبيدات فطرية .

#### د . الاحماض الامينية

#### Amino acids

قد تستخدم الاحماض الامينية كمصدر كربوني وكمصدر نيتروجيني في

نفس الوقت ولكن ليست كل الاحماض الامينية الموجودة في الطبيعة يمكن استخدامها كمصادر كربونية ، ولكن وجد ان أكثر الاحماض الامينية استهلاكاً هو حامض الجلوتاميك وكذلك حامض بروتين .

## 2 . الهيدروجين

### Hydrogen

يعد الهيدروجين احد اهم العناصر غير المعدنية للخلية الفطرية فهو يدخل في تركيب كل المركبات العضوية المستهلكة لذلك وهي التي يتكون منها البرتوبلازم الخلوي فعلي سبيل المثال يدخل الهيدروجين في تكوين الماء الذي يشكل وسط كل التفاعلات التي تحدث في الخلية وخاصة تفاعلات التحلل المائي Hydrolysis للمركبات المعقدة الكربوهيدراتية ، البروتينية والدهنية .

## 3 . الاوكسجين

### Oxygen

الفطريات جميعا كائنات هوائية اجبارية Strictly aerobic فهي لا تستطيع النمو في غياب الاوكسجين . ولكن يوجد قلة منها تعتبر لا هوائية اختياريا Facultatively anaerobic وهي تلك التي تستطيع ان تنمو في وجود الهواء او عدمه . ومن المعروف ان الاوكسجين يستخدم في عملية التنفس كمستقبل لذرات الهيدروجين اما تلك الفطريات اللاهوائية اختياريا فتوجد لها مواد اخرى تعمل كمستقبل لذرات الهيدروجين ويطلق علي العملية في هذه الحالة بالتنفس اللاهوائي Anaerobic respiration او التخمر Fermentation . هذا وقد ثبت ان معدل النمو وكمية النمو وكذلك التجزئ ونواتج الايض المختلفة لاي فطر خلال مراحل المختلفة تتأثر تأثيراً واضحاً بكمية الاوكسجين المتاحة .

#### 4 . النيتروجين

##### Nitrogen

النيتروجين احد اهم العناصر غير المعدني الحيوية للقطريات لانه يدخل في تكوين كثير من المركبات ذات الوظائف التركيبية الهامة ، فهو يدخل في تكوين الكيوتين ، القواعد/النتروجينية (البيرين Purine والبريميدين Pyrimidine)، كذلك يدخل في تكوين الاحماض الامينية ، البروتين ، الانزيمات وبعض الفيتامينات . وعلى الرغم من ان النيتروجين في بروتينلازم الخلية القطرية يوجد علي صوره مركبات عضويه ( $R-NH_2$ ) الا ان الفطر يستطيع الحصول علي النيتروجين من البيئة التي يحيا فيها في صوره او اكثر من المركبات النتروجينية التاليه :

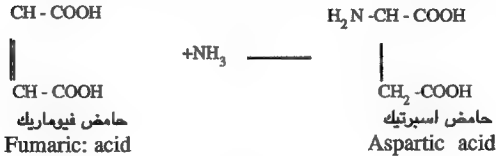
نترات  $NO_3$  ، نتريت  $NO_2$  ، نيتروجين  $H$  ، امونيا  $NH_3$  ، الكيل امين Alkylamine

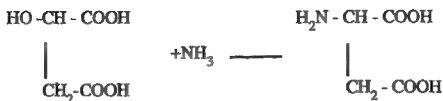
فالصورة التي يفضلها الفطر من صور المركبات النتروجينية تعتمد علي قوه الاختزال الانزيمي للفطر ، فحين يكون المصدر النتروجيني علي صوره  $R-NH_2$  فان الكائن يستعمل النيتروجين باحدي صورتين :

1 . اختزال اميني

##### Reduction amination

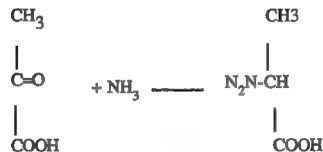
وفيها يتم نقل مجموعة الامين الحرة الي احماض عضويه نواتج دورة كريس في الخلية فيمكن تحويلها بذلك الي احماض امينية كما هو موضح بالمعادلات التاليه :





حامض ماليك  
Malic acid

حامض اسبرتيك  
Aspartic acid



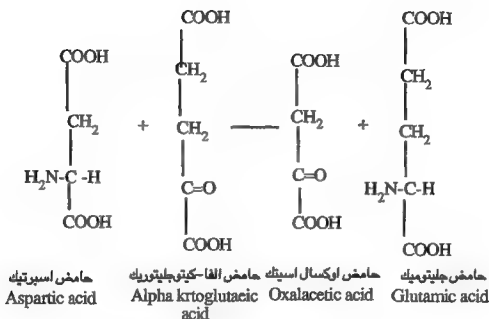
حامض بيروفيك  
Pyruvic acid

الالانين  
Alanine

ب . انتقال اميني

### Transamination

وفيها يتم نقل مجموعة الامين (  $\text{NH}_2$  ) الي احماض عضوية كيتونية وذلك من احماض امينية ويحدث ذلك عندما تكون مجموعة الامين غير حرة وبالتالي فالحامض العضوي الكيتوني يتحول الي حامض اميني والعكس كما هو موضح بالمعادلة التالية :



هذا وقد ثبت ان معظم انواع الفطريات لها المقدرة علي استهلاك نيتروجين النترات والامونيا . كما ان عددا محدودا جدا من الفطريات له القدره علي تثبيت نترجين الهواء الجوي وذلك بتحويله الي امونيا داخل خلاياه مثل فطر فوما بيتي *Phoma betae*

## 5 . الفوسفور

### Phosphor

يلعب الفوسفور دورا هاما في التحولات الكيميائية وانتقال الطاقة فهو يدخل في تكوين مركبات ادينوسين ثنائي الفوسفات ADP وادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP كذلك جزيئات النيوكلتيدات NADP والفلافين Flavin فضلا عن دخوله في تركيب جزيئات الاحماض النووية مثل حامض الريبونيكليك RNA وحامض ديوكسي ريبونيكليك DNA في نواة وسيتوبلازم الخلية وتستهلك الفطريات الفوسفور في صورة املاح فوسفورية مثل،  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  فوسفات البوتاسيوم الاحادية  $\text{K HPO}_4$  فوسفات البوتاسيوم الثنائية ، وكذلك استرات المركبات الفسفورية العضوية .

## 6 . الكبريت

### Sulphur

يوجد الكبريت في صوره مجموعه (SH - ) في البروتينات ، البيبتيدات ، الانزيمات والفيتامينات (ثيامين ، بيوتين) معظم الكائنات لها المقدرة علي استهلاك الكبريت العضوي (R - SH) كذلك يمكنها اختزال الكبريتات  $SO_4^{2-}$  وتحويلها الي الصورة العضوية .

### العناصر المعدنية الضرورية

بالاضافة الي العناصر غير المعدنية الضرورية فان الفطريات تحتاج الي كميات قليلة جدا من عناصر معدنية مثل البوتاسيوم ، الصوديوم ، الكالسيوم ، الزنك ، المغنسيوم ، الحديد والكلور. والعنصر الضروري Essential element هو ذلك العنصر ذو الوظيفة الحيوية بحيث لايمكن استبداله بغيره لاداء هذه الوظيفة ، ويختلف تركيز هذه العناصر لاعطاء اكبر نمو من عنصر الي اخر ، وبالتالي تقسم الي مجموعتين :

1 . عناصر ضرورية كبرى Macro - essential elements

2 . عناصر ضرورية صغرى Micro - essential elements

### العناصر الضرورية الكبرى

وهي العناصر التي يحتاجها الفطر بتركيزات كبيرة . ومن الضروري ان تكون موجوده بهذه التركيزات في مكونات الوسط الغذائي الذي ينمو عليه ومنها البوتاسيوم والمغنسيوم .

1 . البوتاسيوم  $K^+$

مهم جدا للنمو الفطري واقصى تركيز لهذا العنصر 150 مجم / لتر ، التركيزات الصغيرة من البوتاسيوم تزيد انتاج حامض الاكزاليك Oxalic acid ينشط انزيمات

الخميرة المخمرة للجلوكوز والمنتجة للكحول الايثيلي .

المغنسيوم  $Mg^{++}$

عنصر المغنسيوم ضرورى لكل من النمو والتجثم الفطرى وترجع اهمية المغنسيوم إلى :

1- ينشط انزيمات الهكسوكينيز Hexokinase والبيروكسيداز Peroxidase

ب- يضاد المغنسيوم التأثير السام لعدد من الايونات السامة مثل كلوريد الزئبقيك  $HgCl_2$  وحامض البوريك .

كما انه ثبت وجود علاقة تحكم الكميات الواجب توفرها لكل فطر من عنصر المغنسيوم والفسفور. ففى بعض انواع الفطريات وجد ان كمية المغنسيوم : الفسفور اللازمة للنمو والتجثم هي 36:1.

العناصر الضرورية للفطريات

يطلق عليها العناصر القلائل Trace elements ومنها الحديد ، النحاس ،

المنجنيز ، الزنك والكالسيوم ويحتاجها الفطر بكميات ضئيلة للغاية  $10^{-8}$  -  $10^{-9}$

وليس من الضرورى اضافتها إلى مكونات الوسط الغذائى الذى ينمو عليه الفطر حيث انها تكون ضمن املاحه ومكوناته على صورة شوائب ذات نسب قليلة لهذه المكونات .

1- الحديد  $Fe^{++}$

يؤثر الحديد على معظم العمليات التخمرية وانتاج المواد المختلفة مثل الفيتامينات ، كذلك يؤثر على انتاج حامض الستريك Citric acid والمضادات الحيوية Antibiotics بواسطة بعض انواع الفطريات فضلا عن انه ضرورى لعمل انزيم الكتاليز



## Catalase.

### 2- النحاس $Cu^{++}$

مهم لعدد من الانزيمات وخاصة انزيم تيروسيناز Tyrosinase كذلك يؤثر على لون الغزل الفطري ذلك انه في حالة غياب النحاس فان كلا من الغزل الفطري والحوامل الجرثومية تصبح عديمة اللون . والتركيزات العالية من النحاس ذات تأثير سام وبالتالي تستخدم املاحه واكاسيده كمبيدات فطرية .

### 3- المنجنيز $Mn^{++}$

يعتبر المنجنيز عنصرا هاما للخلية الفطرية وخاصة النمو والتجربم في معظم انواع الفطريات ، فضلا عن انه ينشط انزيم ارجينيناز Yeast arginase .

### 4- الزنك $Zn^{++}$

محفز لعدة انزيمات منها الانبوايز Enolase وثنائي الببتيداز Dipeptidase لذلك له دور هام في استهلاك الجلوكوز وانتاج حامض الفيوماريك Fumaric acid وحامض اللاكتيك Lactic acid

### 5- الكالسيوم $Ca^{++}$

وبالرغم من انه لا يوجد تركيب خلوي معين أو عنصر معين يدخل في تكوينه الكالسيوم الا انه وجد ان بعض انواع الفطريات لا يمكنها النمو الا في وجود الكالسيوم مثل فطر الريزوكونيا سولاني *Rhizoctonia solani* كذا فطر فيوزاريوم *Fusarium oxysporum* .

المولبيديتيم  $Mo^{++}$

له دور هام فى الايض النتروجينى Nitrogen metabolism فعملية تثبيت النتروجين الجوى بواسطة البكتريا كذا استهلاك نتروجين املاح النترات بواسطة الفطريات يتم فى حالة وجود عنصر المولبيديتيم .

7- الجاليوم - السكندسيوم والفانيديم

كل هذه العناصر ضرورية لنمو بعض الفطريات وخاصة فطر اسبرجيليس نيجر *Aspergillus niger*.

## التكاثر الفطرى

### Fungal reproduction

يقصد بعملية التكاثر انتاج افراد جديدة لها نفس الخصائص المميزة لنفس النوع ، وعادة تتكاثر الفطريات بطريقتين :

1- تكاثر لا جنسى Asexual reproduction وهو التكاثر الذى لا يتضمن اندماجا بين انوية او بين خلايا او اعضاء تكاثرية ويعرف احيانا بالتكاثر الخضري او التكاثر الجسدى .

2- تكاثر جنسى Sexual reproduction وهو يتضمن اندماجا بين نواتين متالفتين .

تنبثق الاعضاء التكاثرية فى غالبية الفطريات من جزء من الثالوس بينما تواصل بقية الأجزاء الجسديه العاديه نشاطها ونموها وتعرض بايجاز كلا الطريقتين :

## التكاثر اللاجنسى

يعد التكاثر اللاجنسى الاكثر اهمية بل الاكثر شيوعا لتكاثر النوع فى الفطريات وذلك لأن:

- 1- تعتبر فترة الدورة اللاجنسيه قصيرة فهى تتكرر عدة مرات خلال الموسم الواحد .
- 2- ينتج عنها فطريات عديدة.
- 3- تتم بطرق مختلفة وعديدة حيث تعرف احيانا بانها اية طريقة ينتج عنها افراد جديدة دون تزاوج بين الاعضاء الجنسيه او الانثوية او الخاليا .

## طرق التكاثر اللاجنسى

### 1- التجزؤ الجسدى

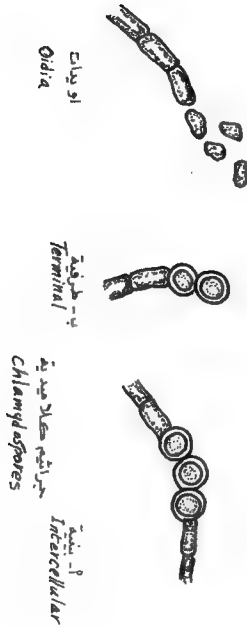
#### Fragmentation

وفيه يحدث تجزؤ لأجزاء من الغزل الفطرى ثم تبدأ هذه الاجزاء الصغيرة فى النمو وتكوين افراد جديدة عند ملائمة الظروف . أو تتجزأ الخيوط الفطرية إلى مكوناتها الخلويه وتعرف باسم "اويدات" Oidia ، فاذا غلفت هذه الأجزاء بجدار سميك قبل انفصالها عن بعضها أو من خلايا الخيوط الفطرية المتاخمة لها فانها تعرف باسم الجراثيم الكلاميديه Chlamydospores ( شكل 10) وهى قد تكون بينية او طرفيه .

### 2- انشقاق الخلايا الجسديه

#### Fission

ويتضمن انشقاق الخلايا الجسدية إلى خلايا بنوية حيث تنشق كل خلية جسديه



شكل (10) : الجراثيم الكلاميديّة والأويديات .  
Chlamydo spores and oidia

إلى خليتين بنويتين بواسطة الانقباض وتكوين جدار خلوي وتعتبر هذه الطريقة واسعة الانتشار في البكتريا وفطريات الخميرة .

### 3- التبرعم

#### Budding

والمقصود بالتبرعم هو انتاج بزرء "برعم" Bud من الخلية الجسدية الوالدة وتتقسم نواة الخلية الوالدة اثناء تكوين البرعم وما تلبث ان تنتقل احدى النواتين الى البرعم الذى ينفصل ليكون فردا جديدا ، وقد ينتج فى بعض الاحيان سلسلة من البراعم ويحدث التبرعم عادة فى فطريات الخميرة . ( شكل 11).

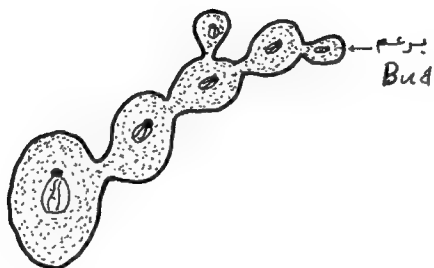
### 4- تكوين الجراثيم

#### Spore formation

يعد انتاج الجراثيم Spores اكثر طرق التكاثر اللاجنسى شيوعا في الفطريات . وتتباين الجراثيم الفطرية فى اللون ، الحجم والشكل.كذلك من حيث عدد خلاياها وقد تنتج بعض انواع الفطريات طراز واحدا من الجراثيم بينما ينتج البعض الاخر عدة طرز منها وقد تتوالد هذه الجراثيم اللاجنسية داخل حوافظ جرثومية Sporangia (مفرد: حافظة جرثومية Sporangium) او تنبت بطرق مختلفة على اطراف او جوانب الخيوط الفطرية وتعرف بأسم كونيديا Conidia (شكل 12).

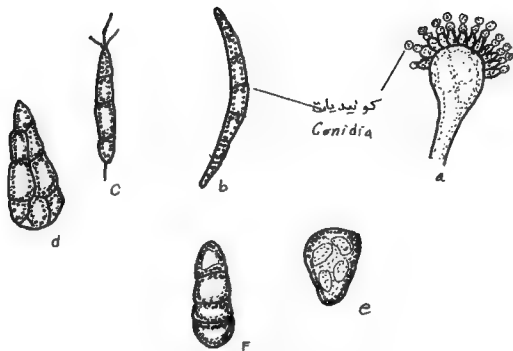
والحوافظ الجرثومية عبارة عن تركيب كيسى الشكل تتحول محتوياته الداخليه إلى جرثومه او عدة جراثيم تكون فى الفطريات الدنيئة متحركة وتعرف بالجراثيم السابحة Zoospores وهى عادة مزودة بسوط او سوطين Flagella او غير متحركة وتعرف باسم الجراثيم الغير متحركة ( الساكنة ) Aplanospores .

### التكاثر الجنسي



شكل (11) : التبرعم في الخميرة

Yeast budding

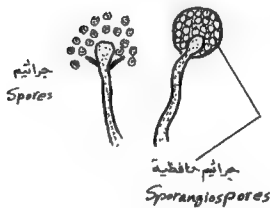


كونيديات  
Conidia

F-a جراثيم كونيدية  
Conidiospores



جراثيم سباحة  
Zoospores



جراثيم مغطاة  
Sporangiospores

شكل (12) : اشكال الجراثيم.  
Spores shaped

يتم التكاثر الجنسي فى الفطريات بتزاوج او اندماج نواتين متاقلتين وتمر هذه العملية بثلاث اطوار مختلفة وهى :

### 1- اقتران بلازمى Plasmogamy

وفى هذا الطور يتم الاندماج بين البروتوبلاستين مما يساعد على اقتراب الانوية داخل نفس الخلية وينشأ عنه تكوين خلية ثنائية النواة محتوية على نواة من كل من الوالدين .

### 2- اقتران نووى Karyogamy

يعتبر هذا الطور الثانى من التكاثر الجنسي فى الفطريات حيث تندمج نواتا الخليتين لتنتج نواة لاقحية ثنائية المجموعة الصبغية .

### 3- الانقسام الاختزالى Meiosis

وفى هذا الطور تنقسم النواة اللاقحية ثنائية المجموعة الصبغية إلى نواتين احادية المجموعة الصبغية ليتبعه انقسام غير مباشر لتكوين اربع انوية وايدها احادية المجموعة الصبغية .

وفى الفطريات قد تحمل الاعضاء الجنسية التى يمكن تمييزها إلى اعضاء جنسية ذكرية واخرى انثوية على نفس الثالوس الفطرى وتعرف مثل تلك الانواع "بالخنثوية" Harmophroditie ويستطيع مثل هذا الثالوس ان يتكاثر بمفرده جنسيا اذا كان متأكفا ذاتيا ، وفى بعض الانواع الاخرى تحمل الاعضاء الجنسية الذكرية على ثالوس بينما الانثوية على ثالوس اخر ويطلق على هذه الانواع (ثنائية المسكن Dioecious) اى بمعنى انعزال الجنسية وبالتالي فان الثالوس المفرد للنوع الثنائى المسكن يعجز بذاته عن التكاثر جنسيا ، ذلك لانه اما ان يكون ذكريا او يكون انثويا. ويطلق على الاعضاء الجنسية الفطرية لفظ الحوافظ المشيجية Gametangia ( مفرد: حافظة



مشيجية (Gametangium) وهى اما ان تكون خلايا جنسية مميزة تعرف بالامشاج Gametes واما ان تحتوى على نواة او اكثر من النويات المشيجية . وقد تتشابه الحواظ المشيجية مورفولوجيا ويطلق عليها الحواظ المشيجية المتشابه Isogametangia كذا الامشاج Isogametes وقد تتباين كل منها مورفولوجيا فيطلق عليها الحواظ المشيجية المتباينة Heterogametangia اما الامشاج فيطلق عليها الامشاج المتباينة Heterogametes وتعرف الحواظ المشيجية المذكورة فى هذه الحالة بأسم الانثريدات Antheridia (مفرداها: Anthridium) اما الحواظ المشيجية المؤنثة فتعرف باسم الاووجونيات Oogonia (مفرد: اووجونه Oogonium) (شكل13).

## طرق التكاثر الجنسي

### 1- تزاوج الامشاج

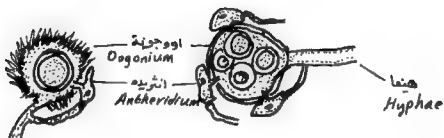
#### Plonogametic copulation

حيث يتم الاندماج بين مشيجين عاريين وقد يكون كلاهما او احدهما متحركا ، وقد تكون هذه الامشاج متشابهة او متباينة ، وفى بعض الانواع الفطرية فان المشيج الانثوي يكون ساكنا اما الذكرى فهو متحرك .

### 2- تلاصق الحواظ المشيجية

#### Gametangial contact

وفى هذا النوع من التكاثر يحدث تلاصق لحاظتين مشيجيتين متضابتي الجنس حيث يتم انتقال نواة او اكثر من الحافظة المشيجية المذكره إلى الحافظة المشيجية المؤنثة . وتنفذ النويات الذكرية فى معظم الحالات إلى داخل الحواظ المشيجية المؤنثة من خلال



شكل (13): الانثريدات والاولوجونات .  
Antheridia and oogonia

ثقب يكون نتيجة انحلال جدار الحواظ المشيجية عند التلامس وقد تتكون في انواع اخرى  
انبوية اخصاب تستعمل كمرر للنويات الذكرية .

### 3- الاقتوان الجسدى

#### Somatogamy

لا تتكون اعضاء جنسية في عدد كبير من الفطريات الراقية وفي هذه الحالة تقوم  
الخلايا الجسدية بتأدية الوظيفة الجنسية .

### 4- الاقتوان البخرى

#### Spermatization

قد تحمل بعض انواع الفطريات بعض التراكيب الذكرية العديدة وحيدة النواة  
تشبه الجراثيم وتعرف باسم "بذيرات" Spermatia وهى تنتقل بواسطة الحشرات ، او  
الرياح او الماء إلى الحواظ المشيجية .

### انواع الجراثيم

#### Types of spores

لكى تحافظ الفطريات على نفسها سواء الدنية منها او الراقية فانها تنتج العديد  
من الجراثيم تتكون كل منها من خلية واحدة او اكثر ، شفاقة او ملونة وتعمل على انتشار  
هذه الفطريات لتعيد دورة حياتها وتقوم بوظيفة البذور فى النباتات الراقية ، ومن انواع هذه  
الجراثيم :

### جراثيم لاجنسية

#### Asexual spores

### 1- جراثيم كلاميديا

#### Chlamydospores

يكونها العديد من الفطريات سواء الدنيئة منها او الراقية ، حيث تتخصص خلايا معينة من هيفيات باكملها بتجمع سيتوبلازم كل خلية او يتجزأ سيتوبلازم الهيفيات الغير مقسمة ويحاط السيتوبلازم نفسه بجدار سميك نوعا ما ثم تزول الجدار العريضة ان وجدت . وفي الظروف الملائمة تتحلل قمة الهيفيات المتخصصة او تتحلل جميع جدارها وتصبح الجراثيم حرة .

### 2- جراثيم متحركة

#### Zoospores

تكونها بعض انواع الفطريات الدنيئة ، والجراثيم عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية مختلفة الشكل لها هذب Cilium او اكثر Cilia طرفية او جانبية يساعدان على الحركة . وتتكون هذه الجراثيم عادة في كيس يطلق عليه الحافظة الجرثومية Zoo-sporangium ( جمع : حوافظ جرثومية Zoosprangia ).

### 3- جراثيم حافظة

#### Sporangiospores

تشبه السابقة وتتكون في بعض انواع الفطريات الدنيئة وهي ذات جدر واضحة وبعيدة الاهداب .

### 4- جراثيم كونيدية

#### Conidiospores

تكونها الكثير من الفطريات الراقية وهي ذات اشكال والوان مختلفة وقد تكون وحيدة او عديدة الخلايا ، تتكون على هيفات متخصصة تحمل كل منها جرثومة واحدة او

أكثر في سلاسل أو مجاميع أو تتكون داخل وعاء خاص يعرف باسم Pycnidium له فتحة قمية Ostiole أو على تركيب خاص مقعر مكشوف يسمى Acervulus أو على كتلة تشبه الوسادة Sporodochium .

### جراثيم جنسية

#### Sexual spores

يتكون هذا النوع من الجراثيم نتيجة تزاوج بين نواتين متوالفتين كما ذكرنا سابقا ومن أهم هذه الجراثيم ( شكل 14 ) .

#### 1- جراثيم زيجوتية (تزاوجية)

#### Zygospores

تكونها بعض أنواع الفطريات الدنيا نتيجة التزاوج بين أمشاج متشابهة في الشكل والحجم وهي جراثيم صلبة معتمة لونها قاتم وسطحها خشن يمكنها تحمل الظروف القاسية .

#### 2- جراثيم بيضية

#### Oospores

تكونها بعض أنواع الفطريات الدنيا نتيجة التزاوج بين أمشاج مختلفة في الشكل والحجم، الصغيرة منها مذكرة ( Antheridium ) والكبيرة منها مؤنثة ( Oogonium ) والجراثيم كروية الشكل ذات سطح خشن لونه قاتم معتم ويمكنها تحمل الظروف القاسية .

#### 3 - جراثيم أسكية

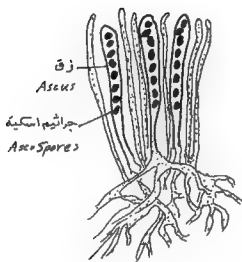
#### Ascospores



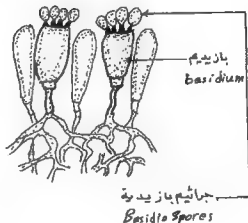
جوشعة بيضية  
Oospore



جوشعة متزاوجية  
Zygospore



زق  
Ascus  
جراثيم اسكية  
Asco Spores



بازيديوم  
basidium  
جراثيم بازيدية  
Basidio Spores

شكل (14) ; انواع الجراثيم التزاوجية .  
Types of sexual spores

تكونها بعض انواع الفطريات الراقية داخل حافظة متخصصة صولجانية الشكل تعرف باسم الزقاق Asci ( مفرد زق Ascus ) تتكون الحوافظ اما مكشوفة او داخل وعاء ثمرى متخصص Ascocarp ويكون مقفلا لا تنطلق منه الجراثيم الا بعد تفجيره Cleistothecium او ورقى الشكل Perithecium او طبقي الشكل Apothecium والجراثيم الاسكية عادة شفافة عديمة اللون تتكون من خلية واحدة او اكثر وحيدة المجموعة الصبغية وعددها يتفاوت من اثنين ومضاعفاتها .

4 - جراثيم بازيدية

#### Basidiospores

يكونها بعض انواع الفطريات الراقية على بروز او اعناق قصيرة ذنبات -Sterig- mata على حامل متخصص بازيم Basidium بسيط يتكون من خلية واحدة او عديد من الخلايا والجراثيم شفافة وعديمة اللون وحيدة المجموعة الصبغية

## تصنيف الفطريات

### Fungal Taxonomy

يهدف علم تصنيف الفطريات الي تسمية الفطريات وفقا لنظام ما معترف به دوليا حتي يتمكن المهتمون بعلوم الفطريات من الاتصال ببعضهم البعض فيما يختص باستكشافاتهم لفطر ما باقل قدر ممكن من الالتباس ، كذلك ابراز مدي علاقة الفطريات بعضها ببعض ويغيرها من كائنات اخري وكلما ازدادت المعرفة اصبح التقسيم عرضة للتغيير ، بل ان اسماء الكائنات لا تظل ثابتة مما يتطلب بالتالي اعادة التقسيم مرة اخري وتغيير الاسم .

والفئات او المجموعات المستعملة في تصنيف الفطريات هي كالتالي :

Kingdom	المملكة
Phylum	الفئة
Division	القسم
Class	الطائفة ( الصف )
Order	الرتبة
Family	الفصيلة ( العائلة )
Genus	الجنس
Species	النوع



تعتبر المملكة من اكبر الفئات وتضم عدة اقسام وقد يحتوي كل قسم علي عدة طوائف لتحتوي علي الطوائف فالترتب فالقصائل ثم الجنس فالنوع . وقد تقسم في بعض الاحيان كل فئة الي تحت مجموعات كتحت قسم Subdivision وتحت طائفة Sub-class وتحت رتبة Suborder واحيانا تقسم الانواع الي اصناف Varieties وسلالات Strains

ومن الجدير بالذكر ان اقسام الفطريات تنتهي بلفظ mycota - وتحت قسم ينتهي بلفظ mycotina - والطائفة بلفظ mycetes - والتحت طائفة بلفظ mycet- - idae اما الرتبة فبلفظ ales- والفصيلة aceae اما الاجناس والانواع فليس لها معايير ثابتة .

والفطر اسم ثنائي binomial ( ثنائي = bi - اسم = nomen ) بمعنى انه يتكون من كلمتين الاولى دالة علي اسم الجنس اما الثانية تدل علي النوع . ويبدأ اسم الجنس بحرف ابجدي كبير اما اسم النوع فيبدأ بحرف ابجدي صغير وتعبر هذه الاسماء عن صفة الكائن وتشق عادة من اللغة اليونانية او اللاتينية . علي سبيل المثال فان شيزوسكارومييسيس *Schizosaccharomyces* وهي فطريات السكر المنشقة وهي مشتقة من ثلاثة الفاظ شيزو Schizo بمعنى منشقة ، سكارو Saccharon بمعنى سكر لانها تتطلب لهذا انها اما myces بمعنى فطر .

ودائما يوضع تحت الاسماء الثنائية هذه عند كتابتها خط او تكتب بحروف مائلة وعادة يتبع الاسم الثنائي الاسم المختصر للعالم الذي يعتبر الاول من قام بعملية تصنيفها . وقد تكون بعض الاسماء متبوعة باسمين الاول داخل قوسين ويدل اسم العالم الذي صنفاها اولا اما الاسم الاخر الذي يتبع القوسين فانه للعالم الذي قام باجراء بعض التعديلات في تسميتها وتعتبر تسميته هي المتداولة الآن .

وتلك الكائنات وهي الفطريات فاقد الخضور ( الكلوروفيل ) الذي يختلف فيها

الجسد من خلية واحدة مجهرية الي غزل فطري ممتد ذات انوية حقيقية مع اغشية نووية ونويات وتحتوي علي الجدار الخلوي وهو ذو تركيب كيويتيني او سليولوزي او علي مزيج منهما او غيرهما من عديدات التسكر المعقدة وعادة يحدث التناسل بكل من الطريقتين اللاجنسية والجنسية ، اما الوحدات التكاثرية فهي الجراثيم .

**وتتصنف الفطريات الي نخت قسمين :**

**نخت قسم الميكسوميكوتينا او فطريات العفن ، او الفطريات الهلامية (الرخوة)**

Subdivision : Myxomycotinae

يحتوي هذا التحت قسم على طائفتين وهما:

1 - طائفة الفطريات الهلامية الرخوة

Class: Myxomycetes (True slime moulds)

حيث تتميز هذه الكائنات بعدم وجود جدار خلوي محدد في اجسادها الاميبية شبه الحيوانية وهي عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عديدة الانوية تسمى البلازموديوم-Plasmodium تعيش معظمها في الاماكن الباردة الرطبة الظليلة من الغابات كذلك علي الكتل الخشبية المتحللة او الاوراق الميتة وغيرها من المواد العضوية ذات الرطوبة العالية .

2 - طائفة الفطريات الرخوة الداخلية (البلازموديوفورية)

Class : Plasmodiophoromycetes ( Endoparasitic slime moulds)

الطور الخضري عبارة عن بلازموديوم يتكون داخل خلايا النبات العائل وتتميز نوياته بانها ثنائية المجموعة الصبغية ويستغذ البلازموديوم بأكمله خلال تكوين الاجسام الثمرية التي تحمل جراثيم ناتجة عن انقسام اختزالي وفيما عدا ثلاث انواع فان الجزء من

الاجسام الثمرية الحامل للجراثيم يحاط بجراب ثمري Peridium وهو يختفي عند مرحلة مبكرة من التكوين وهي تنتج بوجه خاص خلايا ذات اسواط .

### نحت قسم ايوميكوتينا او الفطريات الحقيقية

Subdivision: Eumycotinae(True fungi )

تلك الفطريات الحقيقية والكائنات التي يتضمنها هذا القسم تحتوي - عدا شواذ قليلة - علي جدر خلوية وتتميز بكونها فطريات خيطية ولو ان بعض طرزها وحيدة الخلية وهي تتكاثر جنسيا باستثناء طائفة واحدة لم يكتشف بها هذا النوع من التكاثر ، كذا طائفة الفطريات العقيمة Mycelia sterilia وتصنف تحت قسم الفطريات الحقيقية الي الطوائف التالية :

#### 1- طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكثيرية )

Class: Chytridiomycetes

اغلب انواعها كائنات وحيدة الخلية الا ان بعضها خيطي ، تتكاثر لاتزاوجيا بانتاج الجراثيم السوطية وجنسيا بعدة طرق مختلفة .

#### 2 - طائفة الفطريات البيضية

Class: Oomycetes

وهي فطريات تتميز عادة بغزل فطري غير مقسم Coenocytic وتام التكوين واخلاياها المتحركة سوطان وينتج عن التكاثر الجنسي تكوين جرثومة ساكنة تنبثق من البيضة المخصبة Oospore

#### 3- طائفة الفطريات التزاوجية

Class : Zygomycetes

. فطريات ذات غزل فطري مقسم او غير مقسم وينتج عن تكاثرها الجنسي

جرثومة ساكنة Zygosporangium من اندماج حافظتين مشيجيتين اما التكاثر اللاجنسي  
فيكون الحواظ الجرثومية Sporangia

#### 4- طائفة الفطريات الزقية ( الكيسية)

Class : Ascomycetes

فطريات ذات غزل فطري مقسم ، خيطية او وحيدة الخلية تكون جراثيم نتيجة  
الاقتران النووي والانقسام الاختزالي وتكون تراكيب تشبه الاكياس تعرف باسم الكيس  
الزقي Ascospore sac يحتوي علي الجراثيم الزقية Ascospores ويتم التكاثر  
الاجنسي بتكوين الجراثيم الكونيدية Conidia

#### 5- طائفة الفطريات البازيدية

Class : Basidiomycetes

الثالوس خيطي مقسم بحواجز Septa ، التكاثر الجنسي نتيجة الاقتران النووي  
والانقسام الاختزالي وتكوين جراثيم بازيدية Basidiospores لمحمولة خارجيا علي  
كيس يعرف بالحامل البازيدي Basidium هذا ويتم التكاثر اللاتزاوجي بتكوين جراثيم  
كونيدية Conidia

#### 6- طائفة الفطريات الناقصة

Class : Deuteromycetes (Fungi imperfecti)

فطريات ذات ثالوس خيطي مقسم بحواجز تتكاثر لاجنسيا بواسطة جراثيم  
كونيدية ، والتكاثر الجنسي لم يعرف بها بعد .

#### 7- طائفة الفطريات العقيمة

Class : Mycelia sterilia

ذات غزل فطري مقسم بحواجز تتكاثر خضرية عن طريق الخيوط الفطرية ولم

يستكشف بها حتي الان تكوين جراثيم كونيدية او مراحل التكاثر الجنسي .  
هذا ونداقش فيما يلي هذه الطوائف المختلف التي تنتمي الي تحت القسمين الرئيسين .

### **تحت قسم الميكسو هيكوتينا او فطريات العفن او الفطريات الرخوة (الهلامية)**

Subdivision : Myxomycotinae (Slime moulds)

كانت الاعفان الهلامية مثار حيرة لكثير من العلماء ، ذلك لان طورها الجسدي غير  
الظوي يشبه الحيوان من حيث تركيبه وفسيوالوجيته ولكن تشبه التراكيب التكاثرية  
مثيلاتها في النبات ، حيث تنتج جراثيم مغطاة بجدر محددة قد تحتوي علي السليولوز .

تعيش معظم فطريات العفن الهلامية في الاماكن الباردة الظليلة الرطبة من الغابات  
وذلك علي الكتل الخشبية المتحللة او الاوراق الميتة او غيرها من المواد العضوية المحتفظه  
برطوبة غزيرة ، وتوجد قلة من الانواع زاحفة علي الحشائش، ويبدو ان الرطوبة والحرارة  
هما اكثر العوامل اهمية من حيث التحكم في انتشار ووفرة فطريات العفن الهلامية ، غالبية  
الانواع المعروفة منها يقتصر تواجدها علي المناطق المعتدلة وتوجد قلة منها في المناطق  
الاستوائية .

كما يتطفل عدد كبير منها داخليا علي عدد كبير من النباتات مسببة عددا من  
الامراض النباتية وبعضها يتطفل علي الطحالب وربما علي بعض الفطريات الاخرى كذا  
البكتريا والبروتوزوا .

### **طائفة الفطريات الهلامية (الرخوة) :**

Class : Myxomycetes ( True slime moulds) ،

كانت واسعة الانتشار في الاماكن الرطبة والظليلة الباردة من الغابات ، كذلك

كتل الاخشاب المتحللة او الاوراق او المواد العضوية ذات الرطوبة العالية. تتشابه والفطريات في اطوارها التكاثرية بينما تتشابه مع بعض الكائنات في اطوارها الحيوانية . وهي عبارة عن كتل من السيتوبلازم عديدة الانوية تعرف باسم بلازموديوم -Plasmodium

ولم يعد الاهتمام بدراسة فطريات العفن مقصورا علي المهتمين بعلم الفطريات وحدهم ، بل استرعت اهتمام المشتغلين بعلوم الخلية، الكيمياء والفيزياء الاحيائية ، خاصة وان بعضها منها يستعمل كابوات بحثية في المعامل لدراسة بعض الظواهر البيولوجية اما من الوجهة المباشرة فلا تعتبر الفطريات الهلامية ذات اهمية اقتصادية .

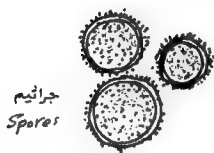
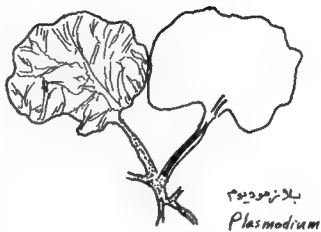
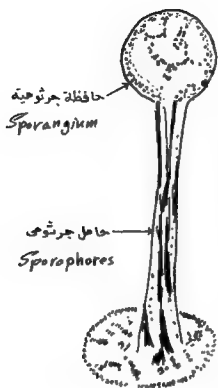
ينتمي الي هذه الطائفة اكثر من 418 نوعا تنتمي الي عدد من الاجناس الفطرية اهمها جنس فساريم *Physarum* حيث يحتوي حوالي مائة نوع من الفطريات الهلامية اهمها فساريم بولي سفاليم *Physarum Polycephalum* وفساريم سناريم -*Physarum cinereum*. تستعمل كل منها في كثير من الدراسات الوراثية والفسيوولوجية وتوجد انواع هذا الجنس نامية في عدد من الاوساط الطبيعية لجنوع الاشجار واغصانها الميتة والاعشاب كما تتواجد علي اجزاء النباتات الحية .

وتظهر كمستعمرات يبلغ قطرها بضع اقدام وتبدو تلك المستعمرات ذات لون ضارب الي الزرقة وقد تكون ظاهرة تماما .

وعند فحص البلازموديوم مجهريا تشاهد حركة البروتوبلازم في العروق الرئيسية للبلازموديوم ، كذلك عند فحص الطور التكاثري في الحافظة الجرثومية المحموله علي سوق يلاحظ وجود غلاف الحافظة وعند تعرضها للكسر يلاحظ بها وجود الخيوط العقيمة (شكل 15) .

### طائفة الفطريات الرخوة الداخلية (البلازموديوفورية)

Class : Plasmodiophoromycetes (Endoparasitic slime moulds)



شكل ( 15 ) : جنس فساريم  
*Physarum*

الفطريات البلازموديوفورية هي طفيليات داخلية التطفل علي النباتات الوعائية والطحالب والفطريات . وهي تسبب تضخما غير عادي لخلايا العائل يعرف باسم التضاد الحجمي او التضخم Hypertrophy (Hyper = فوق و Tropha = غذاء) ، ينتج عن تضخم الاجزاء المصابة للعائل تمرق العناصر الوعائية في النباتات الراقية ينجم عنه تقزم عام Dwarfing للعائل وموته في مرحلة مبكرة .

يمثل البلازموديوم داخل خلايا العائل الطور الخضري (الجسدي) للفطريات البلازموديوفورية ، وتعطي البلازموديات حوافظ تحتوي علي جراثيم سباحة او تنتج مباشرة جراثيم ساكنة تتكون نتيجة لشق البلازموديوم الي اجزاء وحيدة النواة . ولا تتكون اجسام ثمرية ، ولكن تتحد الجراثيم في بعض الانواع وتكون كرات او اقراص جرثومية ، وتحرر خلية سباحة واحدة عند انبات كل جرثومة ساكنة وتحمل كل من الخلايا والجراثيم السباحة سوطين اماميين من الطراز الكرياجي Whiplash .

يتطفل كثير من الانواع البلازموديوفورية علي طحالب المياه العذبة مثل طحلب فوشيريا *Vaucheria* او علي الفطريات المائية مثل فطر سابرولجنيا *Saprolegnia* وفطر البيثيم *Pythium* ، كما تتطفل انواع اخري علي النباتات الوعائية مثل الكرب والباطا .

تتضمن الفطريات البلازموديوفورية رتبة واحدة هي البلازموديوفورالات -Plasma Order : modiophorales التي لا تحتوي الا فصيلة واحدة هي الفصيلة البلازموديوفورية Family : Plasmodiophoraceae التي تشبه الفطريات الهلامية من حيث وجود بلازموديوم ولكن لا تكون اجساما ثمرية عند انتاج الجراثيم السباحة وان الجدر الجرثومية تبدو خالية من السليولوز .

هذا وقد عرفت بهذه الفصيلة عشرة اجناس هي بلازموديوفورا -Plasmodio- *phora* ، سبونجوسبورا *Spongospora* ، تتراميكسا *Tetramyxa* ، اوكتوميكسا *Octomyxa* ، سوروسفيرا *Sorosphaera* وسوردويسكس *Sordiscus* .



ليجنيرا *Ligniera* ، ورونيثا *Woronina* ، بوليميكسا *Polymyxa* ممبرانوسورس *Membranosorus* ويجري تمييزها حاليا علي اساس انتظام الجراثيم الساكنة .

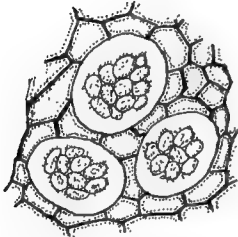
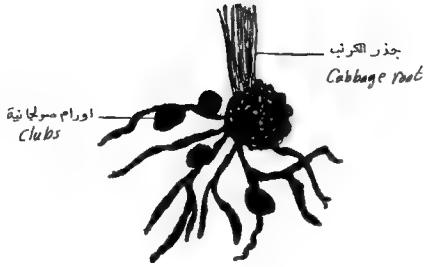
من هذه الاجناس لا يوجد سوى جنسين فقط يعدان من نوات الاهمية الاقتصادية وهما بلازموديوفورا *Plasmodiophora* ويسبب احد انواعه بلازموديوفورا برسيكا *Plasmodiophora brassica* مرض الجذر الصولجاني الذي يصيب الكرنب Club root of Cabbage (شكل 16) وعلي شاكلته من نباتات مزروعة او تنمو بريا . والثاني جنس سبونجوسبورا *Spongospora* حيث يسبب احد انواعه سبونجوسبورا سييتريثا *Spongospora subterranea* مرض الجرب المسحوقي Powdery scab لدرنات البطاطا .

دورة حياة فطر بلازموديوفورا برسيكا

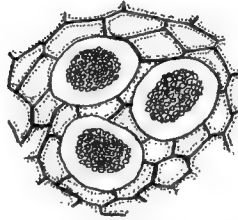
### *Plasmodiophora brassica*

يصيب نبات الكرنب Cabbage مسببا مرض الجذر الصولجاني club of root وعادة تتم دورة حياة فطر بلازموديوفورا برسيكا *Plasmodiophora brassica* في كل من التربة ومنطقة القشرة Cortex لنبات الكرنب حيث يوجد البلازموديوم في خلايا القشرة ويكون عديد الانوية وليس له جدار خلوي خاص به وفي الطور الاخير له يحدث تشقق حول كل نواة نتيجة انفصال وتكوين جراثيم ساكنة Aplanospores .

في التربة تنبت الجراثيم الساكنة بواسطة انبوية انبات لتنمو مكونة كل منها خلية اميبية هلامية وحيدة النواة لتخترق الشعيرات الجذرية للعائل وتتكشف بداخلها الي بلازموديومات احادية المجموعة الصبغية وبعد ان يصل البلازموديوم الي حجم معين ، يكون محددا لدرجة كبيرة بحجم خلية العائل يتشقق عادة الي اجزاء وحيدة النواة ، يحاط كل جزء بفشاء ويتكشف الي جراثيم سابحه Zoospores تتحرر الجراثيم السابحه الي خارج العائل عن طريق حلبيمه اخراج علي الحافظة الجرثومية وتغوب ذاتبة في جدار العائل



بلازموديوم داخل خلايا العائل  
*Plasmodium within host cells*



جراثيم ساكنة داخل خلايا العائل  
*Resting Spores within host cells*

شكل (16) : جنس بلازموديوفورا براسيكا  
*Plasmodiophora prassica*

لتصيب العائل مره اخري لتعيد بوره الحياه او انها تسلك مسلك الامشاج Gametes المتحركة فتندمج في ازواج وتصيب العائل كلقاحات (شكل 17) .

وتشقق بعض البلازموديومات الي اجزاء وحيدة النواه تفرز جدارا خلويه وتتحول الي جراثيم ساكنه بدلا من تكشفها الي حوافظ جراثيم سابعة ولا يمكن التمييز بين هذه البلازموديومات وبين تلك المنتجة لحوافظ جراثيم سابعة حتي يتم التشقق ، ويعتقدان البلازموديومات التي تتكشف عند باكورة الاصابة تنتج حوافظ جراثيم سابعة ، اما تلك التي تتكشف فيما بعد فتنتج جراثيم ساكنه فهل تتحكم البيئة اذن في طراز التركيب الذي ستننتجه البلازموديومات ؟ ويعتقد البعض الاخر ان البلازموديومات المنتجة لحوافظ الجراثيم السابعة تكون احادية المجموعة الصبغية في حين تكون تلك المنتجة للجراثيم الساكنة ثنائية المجموعة الصبغية .

### نحت قسم ايو ميكوتينا (الفطريات الحقيقية)

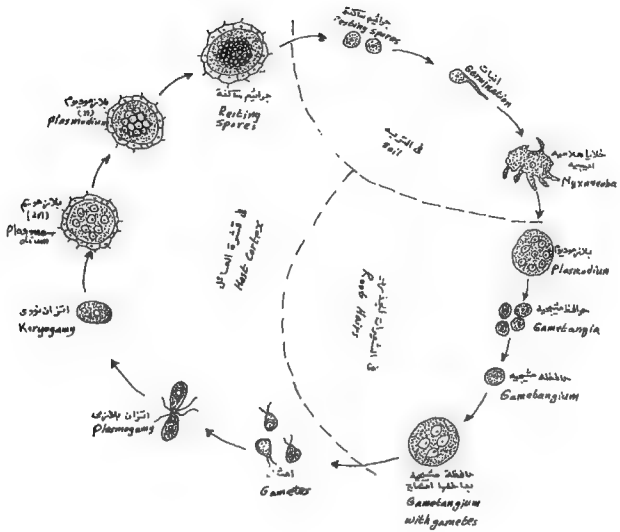
#### Subdivision :Eumycotinae (True Fungi)

معظم الفطريات الحقيقية كائنات خيطية تتكون ثالوساتها الجسدية (الخضرية ) من خيوط فطرية (ميفات) ، الا قلة ذات الطرز البدائية تكون وحيدة الخلية . وجميع الفطريات الحقيقية جدر خلوية ونويات محددة ومشابهة لثيالاتها في الطرز الراقية من الحياة .

والفطريات الحقيقية خالية تماما من البلاستيدات الخضراء ، ذات هيفات فطرية مقسمة او غير مقسمة ، محددة بجدر خلوية كيتينية او سليولوزية اوخيط بينهما . بالاضافة الي مواد عديدة التسكر ، البروتين ، والدهون واصباغ الميلانين .

ومعظم الفطريات الحقيقية كائنات مترمة او متطفلة او متكافلة وتخزن المواد الغذائية في صورة زيوت او جليوكوجين ، كما ان لها المقدرة علي افران كم هائل من الانزيمات المختلفة التي تختلف باختلاف البيئات التي تنمو عليها .

وتعتبر الفطريات الحقيقية واسعة الانتشار في الطبيعة ولها الكثير من التأثيرات



شكل (17) : دورة حياة فطر بلازموفورا بريسكا.  
 Life cycle of *plasmodiophora brassica*

الاقتصادية المختلفة من اهمية واضرار . فهي تلعب دورا هاما في عملية انتاج المضادات الحيوية والاحماض العضوية والتحولات السترويدية فضلا عن عمليات التخمر الكحولي وغيرها كما تتسبب في كثير من الاضرار الاقتصادية المتباينة نتيجة تطفلها والحاقها لكثير من الامراض النبات ، الحيوان والانسان وافرازها لانواع مختلفة من السموم الفطرية Mycotoxins .

ومن الاسئلة التي لم تجد حتي الان جوابا هو ما مدي الزمن الذي استوطنت الفطريات فيه الارض او الكيفية التي نشأت بها ؟ وقد اكتشفت بعض بقايا حفرية للفطريات ، الا ان الدراسات علي الحفريات الفطرية تعد ضئيلة للغاية بحيث يصعب الوصول الي استنتاجات محددة . ويعتقد بعض المهتمين حاليا بعلم الفطريات ان منشأها وحيد وهو الطحالب الخضراء ، ويعتقد البعض الاخر انها متعددة الاصول من مجاميع طحلبية مختلفة . بل ان هناك آخرين يعتقدون ان المنشأ هو البروتوزوي الوحيد او المتعدد الاصول . ويعتبر علماء النبات ان الوسط المائي بوجه عام اكثر بدائية من الوسط الارضي ، وعليه فان الفطريات المنتجة لتراكيب متحركة مثل الجراثيم السابحة Zoospores او الامشاج المتحركة Motile gametes والمعتمدة علي الماء في وظائفها اكثر بدائية من تلك التي لا تكون تراكيب متحركة .

كما اعتبر كثير من العلماء والمشتغلين بعلم الفطريات ان الفطريات المتطفلة اكثر رقيا من الرميات ، والطفيليات الاجبارية اكثر رقيا من الاختيارية ، والطفيليات الاعلي تخصصا تعد اكثر رقي من الانواع الاقل تخصصا .

يحتوي نعت قسم اليوميكوتينا Eumycotinal علي عدد من الطوائف هي :

1 - طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية ( الكيتريدية )

Class : Chytridiomycetes

2 - طائفة الفطريات البيضية

Class : Oomycetes

### 3 - طائفة الفطريات التزاوجية

Class: Zygomycetes

### 4 - طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)

Class : Ascomycetes

### 5 - طائفة الفطريات البازيدية

Class : Basidiomycetes

### 6 - طائفة الفطريات الناقصة

Class : Deuteromycetes

### 7 - طائفة الفطريات العقيمة

Class : Mycelie sterilia

هذا والطوائف الثلاث الاولى بالاضافة الي الفطريات الهلامية Silme moulds تنسب غالبا الي الفطريات الدنيئة ، وينتج الكثير منها جراثيم او امشاجا متحركة وكما انتقلنا من الطرز الاكثر بدائية الي الاكثر رقا ومن الاوساط المائية الي الارضية نجد اتجاها من الحافظة الجرثومية لانتهاج مسلك الجرثومة الكونيدية ولا تلبث ان نصل الي الطرز الراقية التي تحل فيها الجراثيم الراقية كلية محل الحواظ الجرثومية .

اسس تصنيف الفطريات الحقيقية :

يعتمد تصنيف الفطريات الحقيقية علي صفتين اساسيتين وهما :

1 - انقسام الخيط الفطري او عدم انقسامه

## Ascospores اويازيدية Basidiospores وغيرها .

وعلي هذا الاساس فانه حينما قسمت الفطريات الحقيقية الي طوائفها السبع سألقة الذكر اعتمد ذلك علي الصفتين المذكورتين .

### 1 - الفطريات الكيتريدية ( الفطريات المائية وحيدة الخلية )

أ - تفتقر بعض انواعها الي غزل فطري حقيقي ويوجد في بعض الانواع الاخرى غزل فطري جذري بينما يوجد غزل فطري حقيقي وذلك في انواعها الراقية ذات الحواجز الكاذبة نوات التركيب الكيميائي وهو يختلف عن مثيله في جدر الخيوط الفطرية التي تترسب فيها علي فترات .

ب - التناسل الجنسي يتم بالاندماج بين امشاج متحركة ، وتتكون بوجه خاص حوافظ جرثومية مغلظة الجدر .

### 2 - الفطريات البيضية

أ - الغزل الفطري غير مقسم Coenocytic

ب -التكاثر الجنسي يتم بتكوين جراثيم بيضية Oospores

### 3 - الفطريات التزاوجية

أ . الغزل الفطري غير مقسم

ب . التكاثر الجنسي يتم بتكوين جراثيم تزاوجية(زيجوتية) Zygosporos

### 4 - الفطريات الزقية (الاسكية) او الكيسية

أ . الغزل الفطري مقسم بحواجز Septa

ب - ينتج عن التكاثر الجنسي للفطريات الزقية تكوين جراثيم زقية Ascospores داخل كيس خاص يسمى الزق Ascus

### 5 - الفطريات البازيدية

١ - الغزل الفطري مقسم بواسطة جدر مستعرضة (حواجز)

ب - تتكون جراثيمها الجنسية خارج تركيب خاص صولجاني الشكل يعرف بالبازيدة Basidium ويطلق علي الجراثيم اسم الجراثيم البازيدية Basidiospores

6 - الفطريات الناقصة

أ . الغزل الفطري يكون مقسما داخليا بواسطة جدر مستعرضة

ب . تختلف عن الفطريات السابقة في ان دورة حياتها ناقصة فلم يعرف بها التكاثر الجنسي حتي الان .

7 - الفطريات المقيمة

أ . الغزل الفطري مقسم بجدر مستعرضة

ب . تتكاثر خضرى فقط بواسطة الخيوط الفطرية .

### طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكيتريديه)

Class : Chytridiomycetes

هذه الفطريات تتميز بوجود جراثيم متحركة Zoospores لكل منها سوط خلفي فقط من النوع الكرياجي Whiplash . ذات جدار خلوي كيتيني وتوجد بكثرة في الاوساط المائية الا ان بعض الانواع قد توجد في التربة .

والفطريات الكيتريديه الاكثر بدائية وحيدة الخلية فلا يكون مثل هذه الفطريات غزل فطري وقد تفتقر مثل هذه الفطريات الي وجود جدار خلوي في المراحل المبكرة من نموها ومثل هذه الطرز قد تعزل احيانا في طائفة خاصة تعرف بالفطريات الاولية Protomy-cophyta .

وتنتج الانواع الاكثر رقيا الي حد ما اشباه جنور Rhizoides قليلة تستغل



لتثبيت الثالوس الوحيدة الخلية ، كما تنتج بعض الانواع غزلا فطريا جذري -Rhizomycelium وغزير التقرع وهو مجموعة ممتدة من خيوط شبيهة بالخيوط الفطرية ولا تحتوي عادة علي انوية ، ومازال هناك من الطرز الأكثر رقيا ما تنتج غزلا فطريا يتمثل فقط بفروع من خيوط فطرية قصيرة وقليلة . اما اكثر الفطريات الكيتريدية رقيا فلها ثالوس من غزل فطري حقيقي ، وان الخيوط الفطرية لمثل هذه الانواع التي تكون عادة مدمجة خلويا وكذلك فان حاجزا يتكون بانتظام عند قاعدة كل عضو تناسلي ، وبالإضافة الي ذلك فقد يتكون للغزل الفطري للفطريات الكيتريدية الراقية حواجز كاذبة False septa وهي تتكون من فواصل شبه حاجزية ذات تركيب كيميائي يختلف عن مثيله في جدر الخيوط الفطرية التي تترسب فيها علي فترات .

#### التكاثر اللاجنسي

كما هو الحال في معظم الفطريات النثية فان الحافظة الجرثومية هي التركيب التكاثري الاجنسي في الفطريات الكيتريدية . وتمتليء الحافظة الجرثومية عندما تكون صغيرة ببروتوبلازم يحتوي علي عدة نويات ، ويأخذ البروتوبلازم بأكمله عند اكتمال نضجه في الانشقاق الي عدة شرائح صغيرة تكون كل واحدة منها جرثومة سابعة وحيدة النواة ذات سوط واحد من النوع الكرياجي Whiplash . بعد تحررها لفترة ما يحدث لها ان تتوصل بعد ان تفقد سوطها خلال هذه العملية . بعد فترة سكون قد تطول او تقصر تنبت الجرثومة الساكنة لتكون فطرا جديدا .

#### التكاثر الجنسي

يتم التكاثر الجنسي في الفطريات الكيتريدية بأحدى الطرق التالية :

##### 1 - تزاوج امشاج متحركة

أ . تزاوج بين امشاج متحركة متشابهة Isogametes

وفيها يكون المشيجان متشابهين شكليا ومختلفين فسيولوجيا ويتحدان في الماء لتكوين اللاقحة Zygote متحركة ويحدث التزاوج في بعض الانواع بين امشاج ناشئة من

نفس الحافظة المشيجية ومن امثلة الفطريات المنتجة لامشاج متحركة ومتسabee فطر سنكيتريم انوبيوتكم *Synchytrium endobioticum*.

ب - تزواج بين امشاج متحركة متباينة *Anisogametes*.

وفيه يكون احد المشيجين المتحركين اكبر من الاخر بكثير ، ويتم التزاوج في الماء وتتكون لاقحة متحركة ومثل هذا الطراز من التناسل لا يوجد الا في بعض رتب البلاستوكلاديات *Order : Blastocladales*

ج - اخصاب يتم بين مشيج انثوي غير متحركة ( بيضة *Ovum* ) ومشيج ذكري متحركة ( سابعة ذكورية *Spermata* )

وفيه تتحرك الامشاج الذكورية من الحواظ المشيجية المذكرة (الانثريدات *Antheridia*) في الماء الي ان تصل الي الحواظ المشيجية المؤنثة (الاووجونات *Oo-gonia*) حيث تنفذ سابعة ذكورية الي داخل اووجونة ويتم الاخصاب *Fertilization* مع البويضة لتكوين اللاقحة ومثل هذا الطور من التناسل يتم في عدد من الاجناس الكيتريدية مثل جنس المونوبليفرس *Monoblepharis*.

2 - تزواج الحواظ الجنسية

يتم هذا النوع من التزاوج في الفطريات الكيتريدية بانتقال البروتوبلازم باكملة من حافظة جنسية الي اخري .

تصنيف الفطريات الكيتريدية

تصنف الفطريات الكيتريدية الي ثلاث رتب علي اساس تراكيبها الجسدية والتكاثرية وهي :

1 - رتبة الكيتريدليات

*Order : Chytridiales*

## 2 - رتبة الهيدوبوكيتريديات

### Order : Haropochytridiales

## 3 - رتبة البلاستوكلاديات

### Order : Blastocladias

تعد رتبتي الكيتريديات والبلاستوكلاديات من أهم هذه الرتب .  
رتبة الكيتريديات

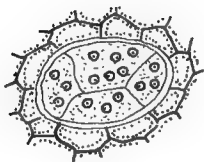
### Order : Chytridiales

تفتقر هذه الرتبة الى غزل فطري حقيقي بينما يوجد في بعض انواعها غزل فطري جذري . تحتوي هذه الرتبة علي عدد من الفصائل اهمها الفصيلة السنكيتدياسية -Fami-  
Synchytridiaceae : ly، والتي تحتوي علي ثلاثة اجناس فطرية تتواجد في الاوساط المائية وبعضها قد يتواجد في التربة كما تتطفل بعض انواع هذه الرتبة علي عدد من النباتات علي سبيل المثال فطر سنكاتريم اندوبيتكم -*Synchytrium endobioti* cum حيث يسبب مرض التآكل الاسود لدرنات البطاطا -Potato black wart dis-  
ease (شكل 18) حيث تظهر خلايا العائل المصابة اكبر حجما من الخلايا السليمة لان هذا الفطر يسبب زيادة حجم الخلايا Hypertrophy وزيادة في عدد الخلايا -Hyper-plasia.

### رتبة البلاستوكلاديات

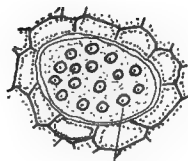
### Order : Blastocladias

الغزل الفطري لافراد هذه العائلة جيد التكوين غزل فطري حقيقي ويتم التناسل الجنسي بالاندماج بين امشاج متحركة وتتكون بوجه خاص حوافظ جرثومية مغلظة الجدر



حافضة جرثومية

*Sporangium*



جرثيم

*Spores*

شكل (18) : جنس سنكاتريم اندوبيتيك.  
*Synchytrium endobioticum*

. توجد معظم أنواعها في البيئات المائية علي وجه الخصوص وقلة قد تتواجد في التربة .  
تحتوي هذه الرتبة علي ثلاث فصائل أهمها الفصيلة البلاستوكلادية - Blas : Family  
tocladiaceae ومنها جنس الومييسيس *Allomyces* حيث تتميز التركيب الثلاثي  
لفطريات هذه الفصيلة الي ثلاثة اجزاء رئيسية (شكل 19) وهي

1 - اشباه الجنور المتفرعة Branched rhizoides التي تمكن الفطر من  
تثبيت نفسه في الوسط الذي ينمو عليه

2 - منطقة الجذع Slender trunk like body

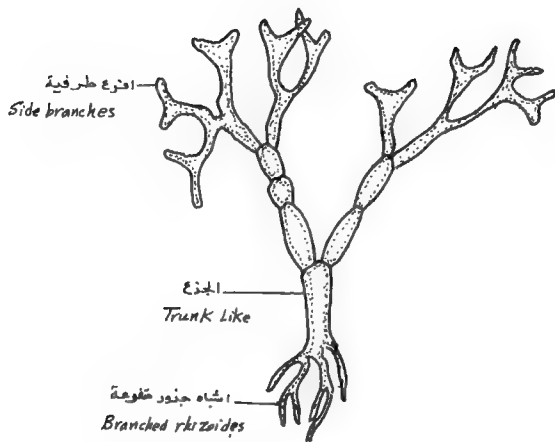
3 - الافرع الطرفية العديدة Numerous side branches التي تتكون  
عليها التراكيب التكاثرية .

## طائفة الفطريات البيضية

Class : Oomycetes

تعرف مجموعة الفطريات البيضية بالفطريات المائية Aquatic fungi وتتميز  
بانتاج جراثيم لاجنسية سباحة ثنائية الاسواط ، احدهما امامي من النوع الريشي - Tin  
والاخر خلفي من النوع الكرياجي Whiplash وتتولد الجراثيم السباحة في حوافظ  
جرثومية متعددة الطرز كما تتعدد طرز الجراثيم السباحة فقد تنتج جراثيم اولية كثرية  
الشكل وثنائية بشكل الكلية . واغلب الفطريات البيضية انواع مائية ، وقد تعيش بعض  
انواعها في التربة بشرط ان تكون رطبة .

اكثر الفطريات البيضية رقيا هي طفيليات اجبارية ارضية تقضي جميع دورة  
حياتها علي عائلها وتعتمد علي الرياح لانتشار جراثيمها او حوافظها الجرثومية الشبيهة  
بالجراثيم . الا ان انتاج الجراثيم يسود في مثل هذه الفطريات مما يعد دليلا علي سالف  
حياتها المائية .



شكل ( 19 ) : جنس الومييسيس .  
*Allomyces*

وتتفاوت التراكيب الجسدية (الخضرية) في طائفة الفطريات البيضاء من ثالوس وحيد الخلية بدائي الي غزل فطري غزير التفرع ينمو بسرعة فيما يحيط به من منبت كما توجد التراكيب اللاجنسية في غالبية الانواع وتنتج الجراثيم السابحة في الطائفة جميعها فيما عدا اكثر الانواع رقيقا التي تتخذ فيها الحافظة الجرثومية ذاتها وظيفة جرثومة ، فتتبت مباشرة بواسطة انبوبة انبات لتعطي غزلا فطريا جديدا .

التكاثر الجنسي في هذه الطائفة متباين الحواظ المشيحية ففي الطرز البدائية يقوم الثالوس باكماله بوظيفة الحافظة المشيحية ويعد تكوين الجراثيم البيضاء -Oos pores سمة جميع الانواع باستثناء اكثر الانواع بدائية . وتنشأ الجراثيم البيضاء ويكتمل نضجها داخل الاووجونة ويتميز الجزء المركزي من الاووجونة الي بيضة او اكثر تكون عادة وحيدة النواة ، عندما يكتمل نضجها . في بعض الطرز تكون عديدة الانوية وتعرف حينئذ بالبيضة المركبة .

وتتضمن طائفة الفطريات البيضاء اربع رتب هي:

#### 1 - رتبة السابرواجينالات

Order : Saprolegniales

#### 2- رتبة البيرونوسبورالات

Order : Peronosporales

#### 3 - رتبة لاجينياتلات

Order : Lagenidiales

#### 4 - رتبة ليتومايتلات

Order : Leptomitales

هذا وسنتناول منها رتبتين وهما رتبة السابرواجينالات والبيرونوسبورالات .

## رتبة السابروالجينالات

Order : Saprolegniales

يستعمل عادة لفظ عفن الماء للدلالة على السابروالجينالات ولو ان هذا اللفظ قد يمتد ليشمل عددا غيرها من المجموعات الفطرية ، ذلك لان معظم السابروالجينالات تتواجد بكثرة في المياه الصافية ومن اليسير عزلها منها الا ان انواعا كثيرة تتواجد في التربة الرطبة .

تعيش غالبية السابروالجينالات مترمة وقلة تعد متطفلة Parasites فتسبب بعض انواع السابروالجينيا *Saprolegnia* مثل سابروالجينيا پارازيتيكا *Saprolegnia parasitica* امراضا للأسماك ويضربها مما ينتج عنه اضرار كبيرة لمفرخات الاسماك التجارية كما يحتوي جنس افانومييسيس *Aphanomyces* على عدة طفيليات تتسبب في تلف جنور بعض النباتات الوعائية وكذلك تسبب امراضا خطيرة لنباتات سكر البنجر والبسلة وغيرها من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية .

### الفصيلة السابروالجينية

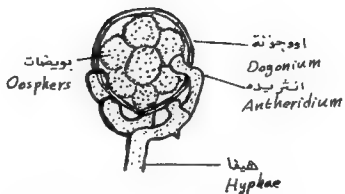
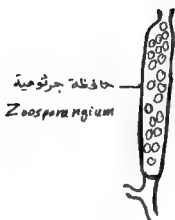
Family : Saprolegniaceae

تعد الفصيلة السابروالجينية من أكثر الفطريات المائية الواسعة الانتشار فتوجد في غالبية المياه العذبة وتستطيع بعض انواعها احتمال درجات معينة من الملوحة عند مصب الانهار التي لاتزيد الملوحة بها عن 2.8 ٪ . اما الملوحة الزائدة عن ذلك فتعمل على الحد من انتشار تلك الفطريات . كما انها تتواجد بكثرة في التربة الرطبة .

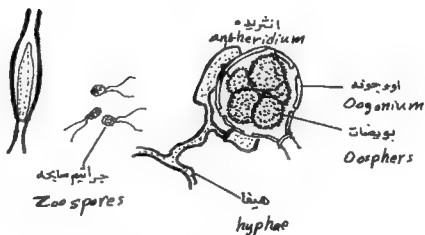
تحتوي الفصيلة السابروالجينية على 14 جنسا اهمها الافانومييسيس *Apyhanomyces* ، الاكليا *Achlya* السابروالجينيا *Saprolegnia* الديكتيوكس *Dictyuchus* (شكل 20 ، ب)

وتتميز هذه الفصيلة بفزل فطري غير مقسم (مدمج خلوي) غزير التفرع ذي جدر



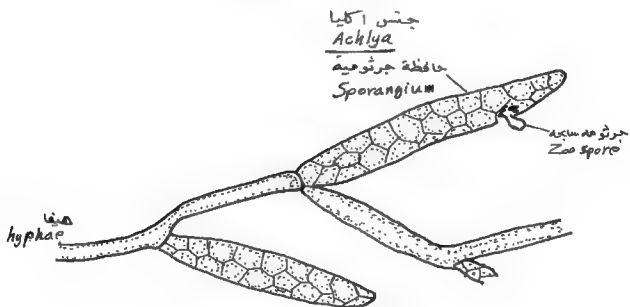
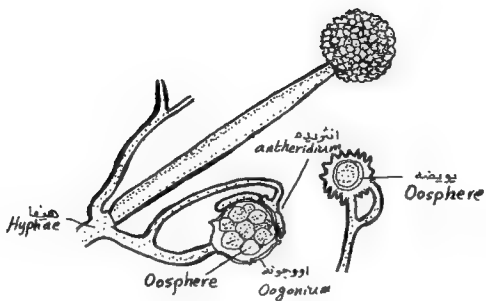


جنس افانومييسيس  
Aphanomyces



جنس ساپرو ليجنيا  
Saprolegnia

شكل (20): جنس افانومييسيس و جنس الساپرو ليجنيا.  
Aphanomyces and Saprolegnia



جنس ديكتيوكس  
Dictyuchus

شكل (20 ب): جنس اكليا و جنس الديكتيوكس .  
*Achlya* and *Dictyuchus*

سليولوزية ولا تتكون حواجز في الغزل الفطري علي الاطلاق الا تحت الاعضاء التكاثرية فقط ، فتفصلها بذلك عن الخيوط الفطرية الجسدية .

### التكاثر اللاجنسي

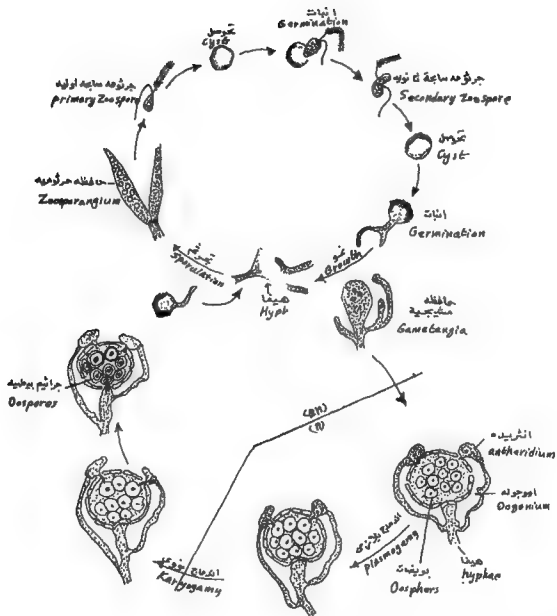
تنتج افراد الفصيلة السابروالجينية حواظ جراثيم سباحة طرفية طويلة اسطوانية ذات قطر اكبر من قطر الخيوط الفطرية . وعادة تمتليء هذه الحواظ ببيروتيلازم غزير وتكون الحواظ الجرثومية في كل الاحوال طرفية .

وتظل الحواظ الجرثومية في الفصيلة السابروالجينية متصلة بالخيوط الجسدية طوال حياتها ، بل و تظل كذلك بعد تفريغ جراثيمها باستثناء جنس *Di-* *tyuchus* حيث تتساقط الحواظ الجرثومية من الخيوط الفطرية عند اكتمال نضجها .

يوجد طرازان للجراثيم السباحة في هذه الفصيلة ، جراثيم اولية تكون كمثرية الشكل قمية السوط وجراثيم سباحة ثانوية كلوية الشكل وتحمل سوطين متضاربي الاتجاه عند الجانب المقعر منها كما في جنس السابروالجينيا *Saprolegnia* (شكل 21) .

وتعرف الانواع التي تنتج طرازا واحدا من الجراثيم السباحة باحادية الشكل Monomorphic اما تلك المنتجة لطرازين من الجراثيم السباحة فتعرف بثنائية الشكل Dimorphic .

ويختلف سلوك الجراثيم باختلاف الاجناس وبالتالي فهي صفة تصنيفية هامة جدا . ففي جنس السابروالجينيا *Saprolegnia* والافانومييسيس *Aphanomyces* فانها تنتج علي التوالي طرازين من الجراثيم حيث تتحرر من الحافظة الجرثومية سباحة اولية تتوصل بعد ان تسبح لفترة ما الا ان الحويصلة تعطي جرثومة ثانوية بدلا من انباتها . بانوبية انبات ، تسبح بدورها لفترة سباحة ثانية ثم تتوصل وتثبت بواسطة انبوية انبات وتعرف مثل هذه الظاهرة للانواع التي تحدث فيها فترتان سابقتان بظاهرة ازواج الفترات السباحة Diplanetism



شكل (21) : دورة حياة فطر سابروجلينيا .

. Life cycle of *Saprolegnia*

و قد تكون الفترتان السابحتان طويلتين كما يحدث في السابرواجينييا *Sapro-legnia* اما في اكليا *Achlya* فتوجد فترة السباحة الاولى . اما في جنس البكتيكوس *Dictyuchus* فلا تتحرر جراثيم سباحة اولية وانما تتحول داخل الحافظة الجرثومية ثم تتحرر من كل منها جرثومه سباحة ثانوية . تسبح لفترة ما ثم تتوصل وتتحرر من كل حويصلة جرثومية سباحة تاخذ بدورها في السباحة ثم تتوصل وقد تتكرر هذه العملية عدة مرات وتسمي مثل هذه الظاهرة بتعدد الفترات السباحة - *Polyplane-tism* .

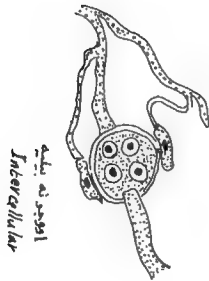
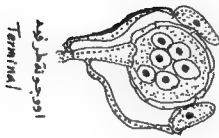
بجانب ما تنتجه الفصيلة السابرواجينية من حوافظ جرثومية فهناك طريقة اخرى للتكاثر اللاجنسي وذلك بواسطة انتاج الجراثيم الكلاميدية *Chlamydospores* والتي تسمى احيانا بالجيئات *Gammae* وهي تكون عادة طرفية وقد تتواجد مفردة او في سلاسل حيث تنفصل بعد اكتمال نضجها وتثبت بواسطة انبوية انبات تنمو بدورها لتكون خيطا فطريا جديدا .

**التكاثر الجنسي**

يحدث التكاثر الجنسي في الفصيلة السابرواجينية بتلامس الحوافظ المشيجية وانتقال الامشاج المذكرة الي الحوافظ المشيجية عن طريق انبوية اخصاب .

وتكون الاعضاء الجنسية عادة طرفية ولكن قد تكون كذلك اووجونات بينية (شكل 22) والاووجونة عادة كروية الشكل تحتوي علي بيضة او اكثر مستديرة الشكل وحيدة النواة ، اما الانثريدات مستطيلة الشكل عديدة الانوية فتتشتأ علي نفس فرع الخيط الفطري المتصلة به الاووجونة ، او علي اي فرع مختلف او ثالثاوس اخر وعادة تتصل بالاووجونة انثريدة او اكثر .

تتحرق الانثريدة الاووجونة وتتفرع بداخلها وترسل بفروع لكل بيضة وعندئذ تنتقل نواة واحدة من الانثريدة خلال انبوية اخصاب الي كل بيضة وتندمج مع محتوياتها ليتم الاخصاب وتحاط البويضات المخصبة بجدر سميك ثم تتحول الي جراثيم بيضية - *Oos-pores* تخزن المخدرات الدهنية وتثبت الجرثومة البيضية بعد فترة سكون بواسطة



شكل (22) : وضع الاوجونيه في سابرو ليجنيا .  
*Saprolegnia* oogonium position

انبوبية انبات لتكون خيطا فطريا جديدا ، كما في جنس سابرواجينيا *Saprolegnia* (شكل 21) .

غالبية افراد الفصيلة السابرواجينية تنتج الانثريدات والايوجونات علي نفس الثالوس اي خنثي بينما قلة منها تكون ثنائية المسكن .

رتبة البيرونوسبورالات

### Order : Peronosporales

تعتبر رتبة البيرونوسبورالات واحدة من اكبر الرتب الفطرية ، فينتمي اليها العديد من الانواع الفطرية المسببه لعدد من الامراض الفطرية للنباتات الوعائية ومن اهم هذه الامراض :

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| Damping-off  | 1 - تساقط البادرات  |
| Root rot     | 2 - عفن الجذور      |
| Soft rot     | 3 - العفن الطري     |
| White rust   | 4 - الصدأ الابيض    |
| Downy mildew | 5 - البياض الزغبى   |
| Late blight  | 6 - اللقحة المتأخرة |

يكون الغزل الفطري في البيرونوسبورالات تام التكوين وهو عبارة عن خيوط فطرية قوية غزيرة التفرع ذات مدمج خلوي ، ينتج عددا كبير من انواع هذه الرتبة ممصات شبيهة بالعقدة او مستطيلة متفرعة داخل خلايا العائل لحصول الخيوط الفطرية علي المواد الغذائية .

تحتوي رتبة البيرونوسبورالات علي العديد من الانواع الفطرية المائية والارضية والمتطفلة وعادة تنمو الخيوط الفطرية للانواع المتطفلة بين خلايا العائل او بداخلها الا ان الخيوط الفطرية لأكثر الطفيليات تخصصا تنمو بين خلايا العائل .

### التكاثر اللاجنسي

يتشابه التكاثر اللاجنسي مع نظيره في السابرواجينالات وذلك في انتاج الجراثيم السابجة من الحواظ الجرثومية ويغلب في اكثر انواع البيرونوسبورالات الشكل البيضي او الليموني للحافظة الجرثومية عن المستطيل وتتساقط الحافظة الجرثومية عند اكتمال نضجها ، بالرغم من انه في انواع البيرونوسبورالات الدنيئة تظل علي الخيوط الفطرية الجسدية دون انفصال .

وعادة تعتمد الحواظ الجرثومية علي الرياح في انتشارها ، وتعمل الحافظة الجرثومية كالجرثومة ذاتها فتتبت بواسطة انبوية انبات بدلا من انتاجها لجراثيم سابجة . ولكن غالبية الانواع تنتج جراثيم سابجة كلوية الشكل ثنائية الاسواط واحادية الفترة السابجة ، فعند تحررها من الحافظة الجرثومية تأخذ في الحركة فترة ثم تتحوصل وتتبت بواسطة انبوية انبات لتعطى غزلا فطريا جديدا .

### التكاثر الجنسي

يتم التكاثر الجنسي في البيرونوسبورالات عن طريق تكوين اوجونات كروية الشكل غالبا وانثريدات يتميز بعضها عن بعض تماما وعادة ينتج كل منهم علي نفس الخيوط الفطرية او خيوط فطرية مختلفة . تحتوي الاوجونة فيما عدا قلة علي بيضة واحدة احادية النواة او عديدة النوي .

عند اكتمال تلامس الحواظ المشيجية تنشأ انبوية اخصاب لتندفع خلال الجدار الاوجوني وتصل الي البيضة وتنقل عندئذ النواة او النويات الذكرية خلالها لتفرغ في البيضة فاذا كانت الاوجونة وحيدة النواة اندمجت نواة ذكرية واحدة مع النواة الانثوية لتكوين اللاقحة . اما اذا كانت البيضة عديدة النوي فقد تنشط نواة او اكثر من نوياتها ويجري تبعا لذلك تنظيم عدد النويات الذكرية التي سيتم بها الاخصاب ، ولذلك فان نواة لاقحية واحدة او عددا من النوي ثنائية المجموعة الصبغية هي التي تنتج علي التوالي وفقا ما اذا كان الاخصاب بسيطا او متضاعفا .



بعد عملية الاخصاب تكون البيضة المخضبة جدارا سميكاً ويتحول الي جرثومة بيضية Oospore

توجد الجرثومة البيضية عادة غير ملتصقة داخل الجدار الاووجوني وقد تلتصق في بعض الانواع التصاقاً تاماً بالجدار كما في جنس سكليريوسبورا *Sclerospora*. بعد انقضاء فصل الشتاء تنبت الجرثومة اما بانتاجها لجراثيم سابحة فتسلك بذلك سلوك الحافظة الجرثومية واما ان تنبت منها انابيب انبات لا تلبث ان تنتج حوافظ جرثومية ، هذا ويختلف طرز الانبات بتباين الانواع الفطرية المختلفة.

#### تصنيف رتبة البيرونوسبورالات

يعتمد تصنيف رتبة البيرونوسبورالات في معظم الاحوال علي صفات الحوامل الجرثومية والحوامل الحافظة . وعادة تصنف هذه الرتبة الي ثلاث فصائل هي :

#### 1 - الفصيلة البثيسية

Family : Pythiaceae

#### 2 - الفصيلة الالبوجينية

Family : Albuginaceae

#### 3 - الفصيلة البيرونوسبورية

Family : Peronosporaceae

ففي الفصيلة البثيسية تشبه الحوامل الحافظة الخيوط الفطرية الجسدية أو عندما تختلف عنها فائتها تكون غير محددة النمو أما الفصيلة الالبوجينية فان الحوامل الحافظة فيها تختلف تماماً عن الخيوط الجسدية وتتوالد الحوافظ الجرثومية في سلاسل على أطراف حوامل قصيرة صولجانيه الشكل أما في حالة الفصيلة البيرونوسبورية فتختلف أيضاً الحوامل الحافظة عن الخيوط الفطرية الجسدية وتتوالد الحوافظ الجرثومية منفردة أو مجمعة عن أطراف أشكال متنوعة من الحوامل الحافظة وتكون هذه الحوامل محلوذة النمو.

## الفصيلة البثيسية

Family : Pythiaceae

تتضمن الفصيلة البثيسية عددا كبيرا من الانواع الفطرية المسببة لامراض خطيرة للنباتات الاقتصادية مثل امراض تساقط البادرات ، غفن الجذور ،العفن الطري واللفحة المتأخرة.

كما تتضمن هذه الفصيلة فطريات مائية وبرمائية وارضية ذات غزل فطري تام التكوين وينتج مصصات فى بعض الانواع ويصعب فى غالبية الانواع التمييز بين الخيوط الفطرية الحاملة للحواظ الجرثومية وبين الغزل الفطري وقد تتكون حوامل حافظة فى بعض الانواع ذات نمو غير محدود .

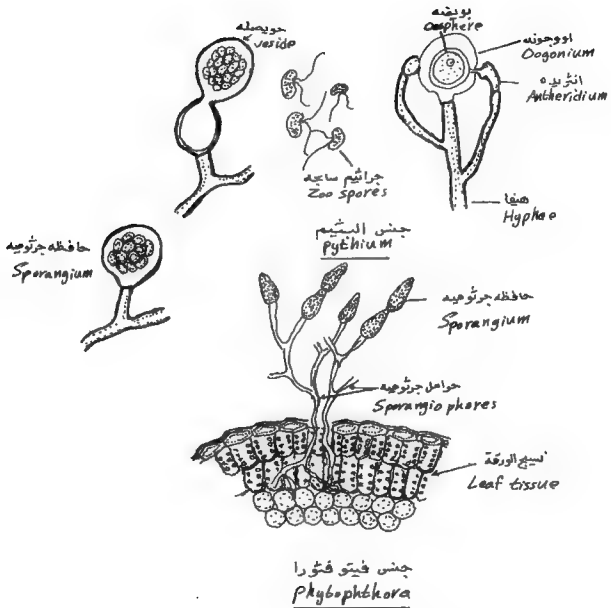
تظل الحواظ الجرثومية فى معظم الانواع البثيسية متصلة بالخيوط الفطرية وتنتج جراثيم سابحة تتحرر عند اكتمال نضجها بينما فى اكثر الطرز رقا تتساقط الحواظ الجرثومية لتثبت كل منها بدلا من انتاجها لجراثيم سابحة .

تحوى الفصيلة البثيسية ثمانية اجناس حيث يعتبر كل من جنس البثيم-Py-*tium* والفيثوفثورا *Phytophthora* اكثر الاجناس شيوعا ( شكل 23) فيتضمن الجنس الاول بعض الانواع المتطفلة على الطحالب وعددا من الانواع الارضية المتطفلة على النباتات الراقية مثل النوع بثيم ديباريانم *Pythium dedaryanum* المسبب لمرض تساقط البادرات Damping off disease .اما جنس فيثوفثورا *Phytophthora*-*ra* فيحتوى على طفيليات نباتية مثل فيثوفثورا انفستانس *Phytophthora infestans* المسبب لمرض اللفحة المتأخرة البطاطا Late blight of potatoes وقد تسبب المرض الاخير فى احداث مجاعة فى ايرلندا سنة 1845 نتيجة اتلافها الكامل لحصول البطاطس فى ذلك الحين .

جنس بثيم

### *Pythium*

نو غزل فطري رقيق من خيوط فطرية مدمجة خلوية سليولوزية الجدار ، يعيش



شكل (23) : جنس البثيم و جنس فيتوفثورا.  
*Pythium and phytophthora*

مترمما علي المواد العضوية في التربة او متطفلا علي البادرات الصغيرة لعدد من النباتات  
البنيرية القابلة للاصابة .  
التكاثر اللاجنسى

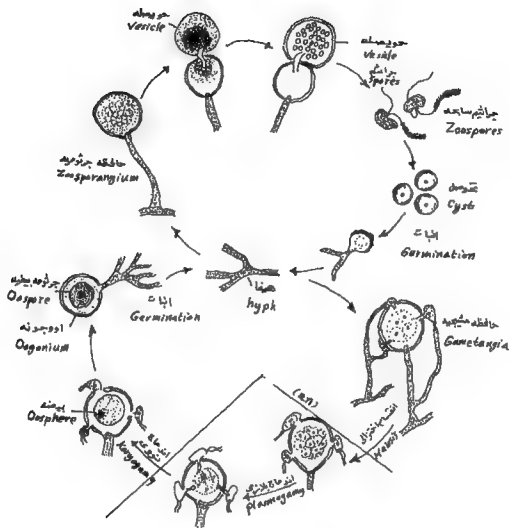
تنمو الخيوط الفطرية بين الخلايا او بداخلها وتخرج منها المصحات والحوافظ  
الجرثومية كروية او بيضية الشكل طرفية او بينية علي الخيوط الفطرية الجسدية وتظل  
متصلة بالخيوط الفطرية حيث تنبت في مواضعها ويتم الانبات اما بواسطة جراثيم سابحة  
او انبوية انبات ويسبق تكوين الجراثيم السابحة حويصلة شبيهة بالفقاعة منبثقة من طرف  
الحافظة الجرثومية ويساب البروتوبلاست الي الحويصلة ويتم في هذه الحويصلة تمييز  
الجراثيم السابحة ،

عند اكتمال نضج الحويصلة تنفجر لتنتشر الجراثيم السابحة في كل الاتجاهات  
كلوية الشكل ذات سوطان جانبيين علي الجانب المقعر منها تسبح في الماء الموجود في  
التربة وتتحصل وتنبت بعد فترة بواسطة انبوية انبات (شكل 24) .  
التكاثر الجنسي

يحدث بين الاووجونات والانتريديات التي غالبا ما تكون علي نفس الخيط الفطري  
وتقع الانتريدة اسفل الاووجونة مباشرة والاووجونة كروية الشكل ذات بيضة واحدة عديدة  
النوي اما الانتريدة فهي صغيرة الحجم مستطيلة او صولجانية ، عند تلامس الحوافظ  
المشيجية تنشأ انبوية اخصاب وهي تخترق الجدار الاووجوني لتندمج النواة المذكرة مع  
المؤنثة لتكوين اللاقحة Zygot وتتكشف البيضة المخصبة الي جرثومة بيضية -Oos  
pore سمكة الجدار وملساء . تنبت الجرثومة البيضية بعد فترة سكون بواسطة انبوية  
انبات لتكون غزلا فطريا جديدا ( شكل 24) . وعادة يتم الانبات عند درجات حرارة عالية  
، اما عند درجات الحرارة المنخفضة فيقف نمو انبوية الانبات .  
جنس فيتوفثورا

#### *Phytophthora*

احد الاجناس الفطرية المسببة لعدد من الامراض للنباتات البنيرية الاقتصادية  
وخاصة مرض اللحة المتاخرة في البطاطس وهي ذات غزل فطري جيد التكوين والذي



شكل (24) : دورة حياة فطر بيتيوم .

Life cycle of *Pythium*

ينمو بين خلايا النبات العائل ويرسل ممصاته لامتصاص المواد الغذائية من العائل (شكل 23).

يتشابه تكاثره الجنسي مع جنس البثيم فيما عدا شكل الحواظ الجرثومية فهي في شكل الليمونة تحمل علي حوامل جرثومية قوية وجيدة التكوين وتخرج من فتحات الثغور علي سطح الورقة المصابة .

الفصيلة الالبوجينية

Family : Albuginaceae

تتضمن الفصيلة الالبوجينية الفطريات المسببة للصدأ الابيض كطفيليات اجبارية ، ويعتبر جنس الالبوجو *Albugo* الوحيد في هذه الفصيلة الذي يحتوي علي عدة انواع مسببة لامراض بالغة الاهمية الاقتصادية مثل فطر البوجو كانديدا *Albugo candida* الذي يصيب العائلة الصليبية Family : Cruciferae مسببا الصدأ الابيض *White rust*

جنس الالبوجو

*Albugo*

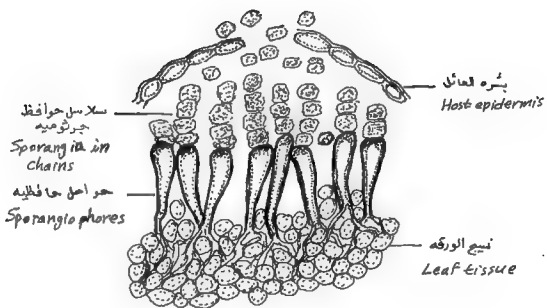
من الفطريات المتطفلة علي عدد كبير من النباتات الوعائية ، نو غزل فطري جيد التكوين والحوامل الحافظة تختلف تماما عن الخيوط الجسدية وتتولد الحواظ الجرثومية في سلاسل علي اطراف حوامل صغيرة صولجانية الشكل ( شكل 25).

يحتوي عددا من الانواع المتطفلة اهمها البوجو كانديدا *Albugo Candida* والبوجو اوسيدونتالس *Albugo accedentalis* والبوجو بليتي *Albugo bliti* .  
دورة حياة البوجو كانديدا

*Albugo candida*

التكاثر اللاجنسي

ينمو الغزل الفطري ويتغذي بواسطة ممصات تخترق جدر خلايا العائل وعند مرحلة معينة من النمو ينتج الغزل الفطري حوامل حافظة صولجانية الشكل تتوالد هذه الحوامل قريبة جدا من بعضها في بعض اسفل طبقة تحت البشرة للعائل وعندما تبلغ الحوامل



شكل ( 25 ) : جنس البوجو .

*Albugo*

الحافظة مرحلة معينة من النمو تعطي كل منها عدة حواظ جرثومية تنبثق منه علي التوالي في سلسلة تلو اكبرها عمرا طرف السلسلة . وعند اكتمال نموجها تنفصل وتتحرر في الفراغ الواقع بين الحوامل الحافظة وبشرة العائل ونتيجة لنموها يحدث ضغط علي بشرة العائل لتتمزق وتتحرر الحواظ وتبدو كقشرة بيضاء علي سطح العائل (شكل 26) .

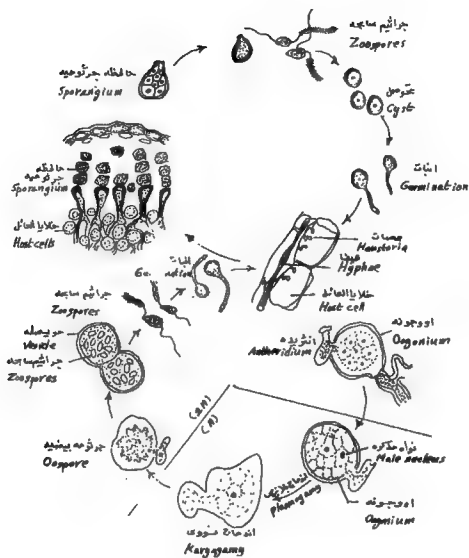
تنتشر الحواظ الجرثومية بواسطة الرياح أو الماء أو بغيرها من العوامل وتثبت الحواظ الجرثومية أما بواسطة جراثيم سابعة أو أنابيب أنبات وعند أنباتها بجراثيم سابعة فأنها تدفع بأربع إلى اثنتي عشرة جرثومة سابعة إلى حويصلة جالسة وتكون تلك الجراثيم في مرحلة متقدمة من التنوع ، أما ما يتبع ذلك من تفاصيل للدورة اللاجنسية فيتبع النمط المميز كما سبق أن ذكرنا في حالة جنس البثيم *Pythium* .

التكاثر الجنسي

عند تكوين الأوجونات والانثريدات لفطر البوجو كانديد *Albugo candida* داخل أنسجة العائل وتكون تلك الأعضاء عند البداية عديدة النوى الا أن نواة واحدة في كل منها تكون في النهاية هي النشطة . تتلامس الحواظ المشيحية وتكون على مقربة من بعضها البعض عند أطراف الخيوط الجسدية وتتلامس الانثريده والأوجونه التي تكون كروية الشكل وتحتوى على بيضة واحدة محاطة ببروتوبلازم محيطى ، وتنتقل النواه النشطة إلى مركز البيضة بينما تتجه البقية إلى البلازما المحيطية ، وعندئذ تكون الانثريده أنبوية اخصاب وتنتقل النواه المذكورة لتقترن بنواة البيضة لتكوين الاقحة التي تنقسم عدة مرات وينتكشف حولها جدار سميك لتكون الجرثومة البيضية Oospore (شكل 26) .

تدخل الجرثومة البيضية في مرحلة سكون بعد أن تقوم النواه الاقحية بعدة انقسامات يكون اثنان منها انقسامين اختزاليين . وفي الربيع التالى تعاود النويات نشاطها بالانقسام غير المباشر ولا يلبث بروتوبلازم الجرثومة البيضية ان ينقسم إلى عدد كبير من الأجزاء الوحيدة النواه حيث يتكشف كل جزء منها إلى جرثومة سابعة كروية الشكل ثنائية الاسواط وعادة تثبت الجرثومة البيضية بأحدى طريقتين : فاما ان تدفع بجراثيمها السابعة إلى حويصلة جالسة ، واما أن تكون أنبوية أنبات قصيرة تنتهى بحويصلة وتنتج كل جرثومة بيضيه ما بين أربعين إلى ستين جرثومة سابعة وهى تتحرر ثم





شكل (26) : دورة حياة فطر الالبوجو.

Life cycle of *Albugo*

تتوصل وتنبت فى النهاية بواسطة أنابيب أنبات تصيب العائل .

### الفصيلة البيرونوسبورية

Family :Peronosporaceae

هى أكثر فصائل البيرونوسبورالات رقيا وتعيش جميع انواعها كطفيليات إجبارية على النباتات الوعائية وتسبب امراضاً اقتصادية تعرف بالبياض الزغبى -Downy mil-dews . وتتضمن الفصيلة البيرونوسبورية عددا من الاجناس الهامة التى تتميز بتفرع حواملها الحافظة حيث تحمل الحواظ الجرثومية فى هذه الاجناس على حوامل حافظة متباينة الشكل ( شكلى 27 ا، ب ) .

1 - جنس بازيدوفورا

### *Basidiophora*

يكون الحامل الحافطى صولجانى الشكل ذا رأس منتفخ وتتولد الحواظ الجرثومية على ذنبيات بقيقة تنبت منه .

2- جنس سكليروسبورا

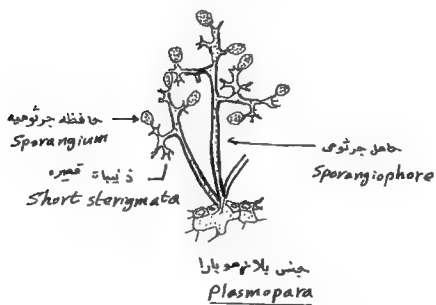
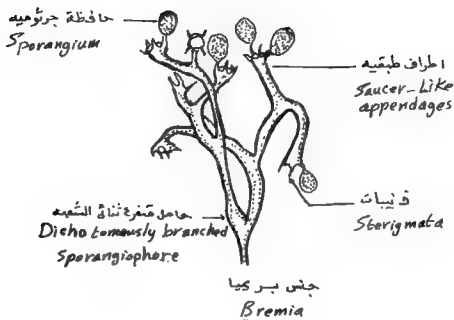
### *Sclerospora*

الحامل الحافطى خيطي طويل ، توجد قرب طرفه عدة فروع قائمة تحمل الحواظ الجرثومية عند قسمها .

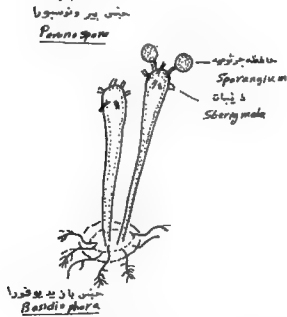
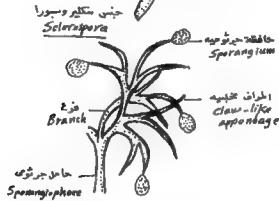
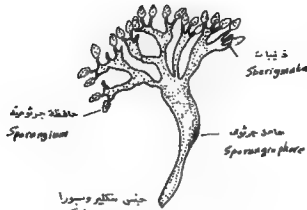
3- جنس بلازموبارا

### *Plasmopra*

الحامل الجرثومى سميك متفرع من أربعة إلى ثمانية أفرع جانبية قصيرة عمودية وتحمل الحواظ الجرثومية على ذنبيات قصيرة نهاية الأفرع الجانبية.



شكل (127) : جنس بريشيا و جنس بلازموبارا.  
*Bremia and plasmopara*



شکل (27 ب): اجناس سکلرومیور ، پیرونوسپورا و بازیدیوفورا.  
*Sclerospora* , *Peronospora* and *Basidiophora*

#### 4- جنس بريما

##### *Bremia*

يتفرع الحامل الجرثومي تفرعات ثنائية الشعبة ونهايات الافرع مفلطحة تشبه  
الطبق والحواظ الجرثومية محمولة على ذنبيات قصيرة .  
5-جنس بيرونوسبورا

##### *Peronospora*

يتفرع الحامل الجرثومي تفرعات ثنائية الشعبة تنتهي بشكل مدبب يشبه المخلب  
والحواظ الجرثومية بيضية الشكل .  
في الفصيلة البيرونوسبورية تحمل الحواظ الجرثومية عادة على ذنبيات عند اطراف  
الافرع وتثبت هذه الحواظ الجرثومية في غالبية اجناس هذه الفصيلة بواسطة جراثيم  
ساحبة أو انابيب أنبات وتعد مثل تلك الحواظ بمثابة جراثيم تعرف غالباً باسم  
الكونيديات Conidia وهي تثبت دائماً بواسطة انابيب انبات .  
وتعد الكونيديات بوجه عام مميزة للفطريات الراقية الا أنها توجد في بعض  
الفطريات البيضية Oomycetes والتزاوجية Zygomycetes .

#### طائفة الفطريات التزاوجية

##### Class: Zygomycetes

يعنى اصطلاح فطريات تزاوجية انتاج جرثومة ساكنة تعرف باسم الجرثومة  
اللاحقة Zygosporangium وتنتج نتيجة اندماج حافظتين مشيجيتين وهي تخلف عن  
الجرثومة البيضية وتعد من السمات الرئيسية لهذه الطائفة .  
ومن ابرز صفات الفطريات التزاوجية انتاج حواظ جرثومية -Sporangios-  
pores او كونيديات Conidia وعدم وجود خلايا ساحبة Zoospores .

والفطريات التزاوجية ذات تركيب ثالوسي مدمجة خلوية تتكون الحواجز عند قواعد الاعضاء التكاثرية او عند ما يكون الغزل الفطري مسنًا.

تحتوى الفطريات التزاوجية على انواع كثيرة يعيش بعضها مترمما إلى متطفل اختياريًا ضعيفاً على النباتات او طفيليات متخصصة تعيش على الحيوانات وطفيليات اجبارية على غيرها من فطريات تزاوجية .  
تصنيف الفطريات التزاوجية

طائفة الفطريات التزاوجية صنفت حديثاً إلى سبع رتب وهى :-

1-رتبة الميوكرالات

Order : Mucorales

2- رتبة دايمارجلترات

Order : Dimargaritatales

3- رتبة الكيكزيلات

Order : Kickxellales

4- رتبة اندوجونلات

Order : Endogonales

5- رتبة الانتوموفثورالات

Order : Entomophthorales

6-رتبة الزوباجالات

Order: Zoopagales

7- رتبة الهاربيلات

Order:Harpellales

ومن اهم هذه الرتب رتبة الميوكرالات ورتبة الانتوموفثورالات وإلتى يعتمد

التصنيف فيما بينهما على ما يلي :

رتبة الميوكرالات

افراد هذه الرتبة تكون مترممة ، كما يعيش بعضها كطفيل ضعيف على النباتات

وقلة منها طفيليات داخلية في الفطريات بما فيها الإنسان ويتم التكاثر اللاجنسي بواسطة حواظ جرثومية تحتوي على جراثيم غير متحركة قد يكون في بعض الانواع بواسطة كونيديات .

### رتبة الانتوسوفورالات

تتطفل غالباً على الفطريات الدنية ولها تتطفل على النباتات ، وهي تترمم في كثير من الاحيان ، تكاثر لا جنسيا بواسطة حواظ جرثومية متحركة تسلك مسلك الكونيديات وتقذف بقوة .

وهذا ونتناول رتبة الميوكرالات بمزيد من التفصيل .

### رتبة الميوكرالات

Order :Mucorales

الغالبية العظمى من الميوكرالات مترمة على اوساط مثل روث الحيوانات والمادة النباتية او الحيوانية المتحللة ، كما تستطيع كثير من الانواع المترمة تخليق نواتج صناعية ، فيستعمل فطر عفن الخبز *Rhizopus* في تصنيع حامض الغيوماريك وتصنيع الكورتزول كما تنتج بعض انواع الميوكرالات احماض الستريك والاكزاليك ، كما تنمو قلة منها كطفيليات ضعيفة على الثمار وغيرها حيث يسبب فطر ريزوبس نيجركتس *Rhizo-* *pus nigricans* مرض عفن الريزوبس الطرى *Rhizopus soft rot* لدرنات البطاطس ، وثمار الفروالة والطماطم ، كما يتسبب بعض أنواعها في اصابة الانسان ببعض الامراض وخاصة تلك التي تصيب الجهاز العصبي ، كما تثير افراد الفصيلة الببتوسيفاليدية Family : Piptocephalidaceae اهتمام كثير من المهتمين بعلم الفطريات بوجه خاص لانها تعتبر طفيليات اجبارية على غيرها من فطريات .

### تصنيف رتبة الميوكرالات

تتضمن رتبة الميوكرالات احدى عشر فصيلة

1- الفصيلة الميوكورية

Family: Mucoraceae

2- الفصيلة البيلولية

Family: Pilobolaceae

3- الفصيلة الكينوفورية

Family: Choanephoraceae

4 - الفصيلة الرديمثيتية

Family: Radiomycetaceae

5- الفصيلة السكسينية

Family: Saksenaeaceae

6- الفصيلة الكينيكهميلية

Family: Cunninghamellaceae

7 - الفصيلة السامندية

Family : Thamnidiceae

8- الفصيلة السنفلاسترية

Family : Syncephalastraceae

9- الفصيلة المورتيلالية

Family : Mortierellaceae

10- الفصيلة الهيلكوسيلية

Family: Helicocephalidaaccae



## 11- الفصيلة البيتوسفاليدية

### Family : Piptocephalidaceae

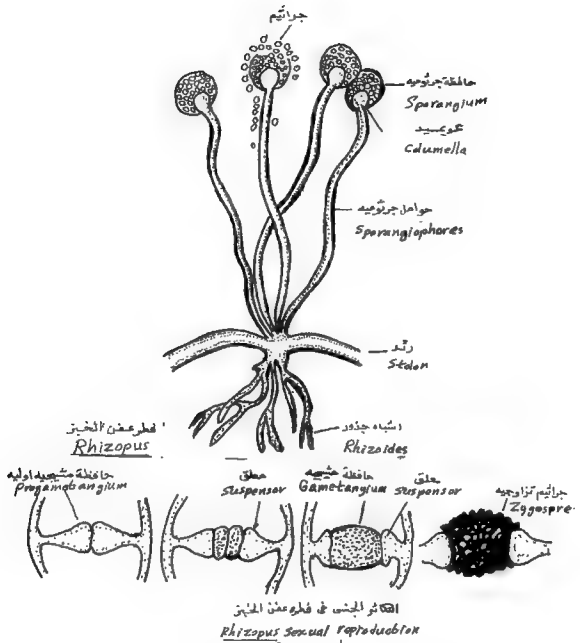
ويعتمد هذا التصنيف اساسا علي طبيعة تركيب الوحدات التكاثرية الاجنسيه بالاضافه الي التكاثر الجنسي والتركيب الجسدي وتباينها.

#### التراكيب الثالوسية Somatic strutures

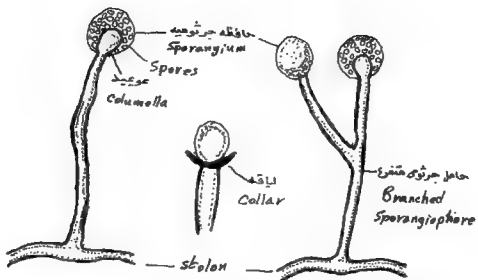
غالبية الانواع عبارة عن خيوط فطرية ذات مدمج خلوى وتتكون حواجز عند قواعد الاعضاء التكاثرية سواء اكانت هذه الاعضاء حوافظ جرثومية ام حوافظ مشيجياتاو عندما يصبح الغزل الفطري مسنناً وتكون مثل هذه الحواجز بمثابة صفائح مصمته اما الميوكرات الاكثر رقيا فان مثل هذه الحواجز تكون مثقوبة ويمكن ان ينساب من خلالها البروتوبلازم بسهولة وينتج الغزل الفطري في بعض الانواع اشباه جذور Rhizoides تتكون بصفة خاصة عند الاماكن التي يلامس فيها الغزل الفطري سطحاً صلباً ويسمى الغزل الفطري الذي يربط ما بين مجموعتين من اشباه الجذور بالرئد Stolon يحمل الغزل الفطري حوامل جرثومية Sparangiophores بسيطة او متفرعة وهى تحمل بدورها حوافظ جرثومية Sporangia تتباين في شكلها وحجمها فى الفصائل المختلفة للميوكرات ومثل هذه الحافظة الجرثومية تتكون عند طرف الحامل الجرثومى كانتفاخ كروى الشكل وفيه يأخذ عمود وسطي في الانفصال وتحوى الحوافظ الجرثومية علي آلاف من الجراثيم تحت الظروف المناسبة .

وقد تنتج بعض الميوكرات حوافظ جرثومية صغيرة ذات عوميدات او خالية منها لا تحوى كل منها الا على قلة من الجراثيم وقد تكون وحيدة الجرثومة في بعض الاحيان وتعرف مثل هذه الحوافظ الجرثومية الصغيرة بالحويفظات Sporangiales وقد تعد الحويظه الجرثومية بمثابة كونيديا .

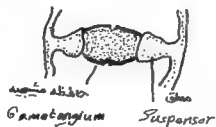
هذا وتستعرض التراكيب الثالوسية لبعض الاجناس الفطرية التى تنتمى إلى رتبة الميوكرات (اشكال 128 - س) فيما يلى .



شكل (128) : جنس عفن الخبز .  
Rhizopus

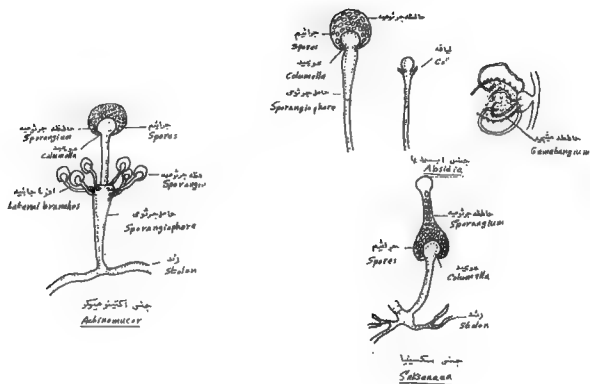


التكاثر الجنسي في فطره ميوكور  
Mucor sexual reproduction

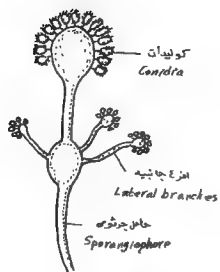


شكل (28 ب) : جنس الميوكور .

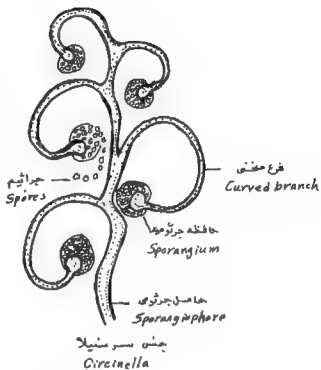
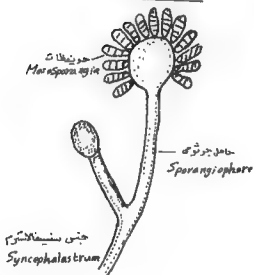
*Mucor*



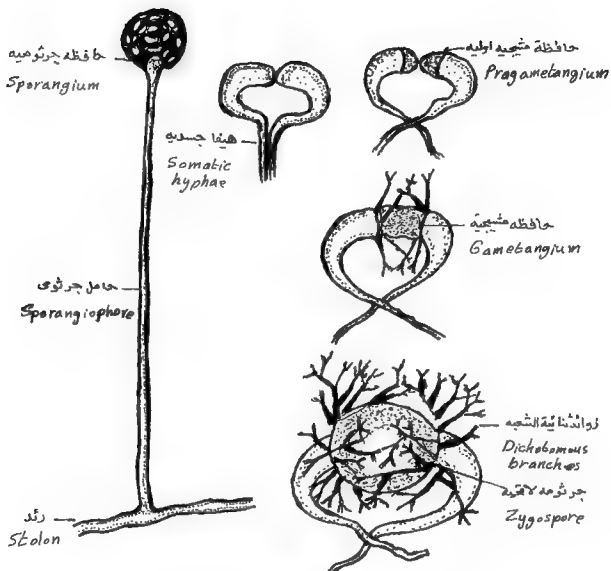
شکل (28 چ): اجناس اکتینومیکور ، افسیدیا و سکنینیا .  
*Actinomucor*, *Absidia* and *Saksenaea*



جنس کنجهامیلا  
*Cunninghamella*

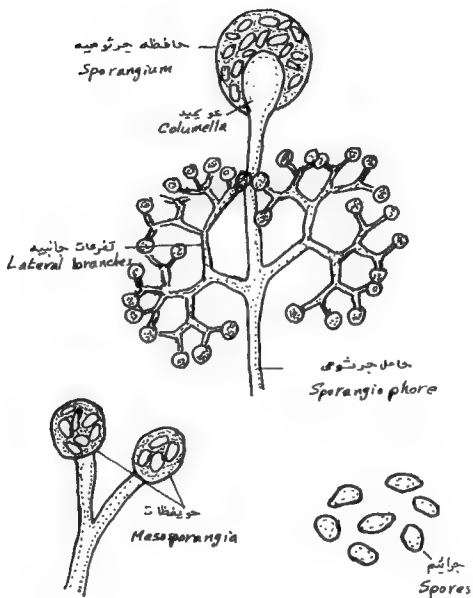


شکل (28 د) : اجناس کنجهامیلا ، سنسفالاستروم و سرسینیا .  
*Cunninghamella* , *Syncephalastrum* and *Circinella*

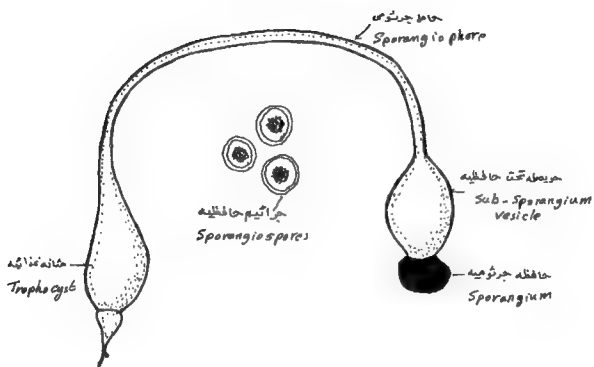


التكاثر الجنسي في فيكوميسيس  
*Phycomyces sexual reproduction*

شكل (28 هـ) : جنس فيكوميسيس .  
*Phycomyces*



شکل (28 و) : جنس تامنیدیم .  
*Thamnidium*



شکل (28 س) : جنس پیلولیس .  
*Pilobolus*



## 1- عفن الخبز ( الريزوبس )

### *Rhizopus*

يتميز الغزل الفطري إلى هيفا غير مقسمة تحمل أشباه جنور تخرج في مكان مقابل لأشباه الجنور الحوامل الجرثومية عددها يتراوح من ثلاثة إلى خمسة حوامل ينتهي كل منها بالحواظ الجرثومية وعوميد *Columella* تتواجد بداخل الحواظ الآف الجراثيم .

## 2- الميوكر

### *Mucor*

وهو ذو غزل فطري غير مقسم ولا يحمل أشباه جنور ، الحوامل الجرثومية متفرعة أو غير متفرعة تنتهي بعوميد يحاط به الحواظ الجرثومية .

## 3- اكتينوميوكر

### *Actinomucor*

وهو ذو غزل فطري مدمج خلوي لا يحمل أشباه جنور بل يحمل حوامل جرثومية منتفخة في منتصفها وتحمل حوامل ثانوية صغيرة ويحمل الانتفاخ إلى أعلى حامل جرثومي ينتهي بعوميد وحافطة جرثومية بها جراثيم .

## 4- ابيديا

### *Absidia*

الحامل الجرثومي به حواجز وينتهي بعوميد وحافطة جرثومية كما ان الحامل الجرثومي غير متفرع .

## 5- سكسينيا

### *Saksenaea*

غزل فطري متفرع يحمل حوامل جرثومية غير متفرعة ينتهي بعوميد والحافطة الجرثومية ورقية الشكل بها الآف الجراثيم .

## 6- السرسنيل

### *Circinella*

الحوامل الجرثومية متفرعة والافرع الجانبية منحنية وتحمل الحواظ الجرثومية .  
7- كنجهاميلا

### *Cunninghamella*

الحوامل الكونيديه مستقيمة ومتفرعة والحويصلات الطرفيه مختلفة الاحجام  
مستديرة الشكل تحمل كونيديات بيضاويه وتكون غالباً ذات اشواك دقيقة .  
8- سنسيفالاسترم

### *Syncephalastrum*

الحامل الجرثومي متفرع كاذب المحور تنتهى الافرع برؤوس كروييه او بيضاويه  
الشكل رمادية او بنيه اللون تحمل الحويصلات الجرثومية في شكل كروي .  
9- ألفيكومييسيس

### *Phycomyces*

غزل فطرى مدمج خلوى يحمل حوامل جرثومية مستقيمة طويلة متفرعة تنتهى  
بعويميد وحافظه جرثومية ذات عدد قليل من الجراثيم مغزلية الشكل .  
10- ثامنيديم

### *Thamnidium*

حامل جرثومي طويل متفرع والحويصلات عديدة على الافرع الجانبية التى تتفرع  
بدورها والحويصلات تحتوى بداخلها على الجراثيم المغزلية الشكل .  
11- بيلوبليس

### *Pilobalus*

ويطلق عليه قاذف القبة ويستوطن عادة روث الحيوانات خاصة الحصان والبقر ،  
يتكون الحامل الجرثومي من مثانة غذائية Trophocyst وجزء رئيس مقوس ثم حويصله  
تحت حافظيه Sub - sporangial vesicle الحافظه الجرثومية ذات جدار مغلظ  
بمادة الكيوتين ويقذف الفطر حوافظه الجرثومية فى اتجاه عمودى إلى ارتفاع يبلغ ستة  
اقدام ومن ثم يستحق ان يطلق عليه اسم قاذف القبة .

التكاثر في الميوكراتالات .

يوجد ثلاثة أنواع من التكاثر هي .

1- التكاثر الخضري

للميوكراتالات المقدرة على التكاثر خضرياً فإذا نقل جزء من الفزل الفطري النامي إلى وسط غذائي آخر فإنه ينمو ليعطي خيوطاً جديدة .

2- التكاثر اللاجنسي

ويتم عن طريق انبات الجراثيم أو الكونيديات في الميوكراتالات وعند انتفاخ العويميد يساعد على الضغط على الحافظة الجرثومية فتتمزق ويترحرر ما بداخلها من جراثيم فإذا صادفت وسطاً ملائماً فإنها تثبت لتعطي غزلاً فطرياً جديداً.

ومن الطرق الأخرى التي يتضمنها التكاثر اللاجنسي في الميوكراتالات تكوين الجراثيم الكلاميديه Chlamydo spores أما ما تعرف أحياناً بالجمات Gammae فتوجد في الخيوط الفطرية وكذلك تقف الفزل الفطري إلى أجسام شبيهة بالخميرة وتتكاثر بالتبرعم budding ولا تتكون الخلايا الشبيهة بالخميرة إلا عند نمو الفزل الفطري في منبت سائل.

3- التكاثر الجنسي

يتم بانتاج حواظ مشيجية Gametangia كانتفاخات طرفيه على قمى خيطين فطريين متوالفين أو فروع من خيوط تنجذب بعضها إلى بعض ويتلامس وعند اكتمال تكوين الحواظ المشيجيه ينوب ما بينها من جدار وتمتزج محتوياتها وتندمج فعلاً خليتا الحافظتين المشجيتين إلى خلية واحدة ولا يلبث ان يحدث اقتران نووى وتتكشف هذه الخلية إلى جرثومه لاقحية Zygosporangium يترسب حول برتويلاستها جدار سميك وقد تنتج جرثومه لاقحية على ثالوسات فريدي فاطلق العالم بلاكسلى Blakeslee سنة 1904م على الانواع التي يحدث فيها هذا النوع اسم متشابهه الثالوس Homothallic والانواع التي تتطلب ثالوسين متوالفين لتكون تلك الجراثيم اسم متباينة الثالوس Heterothallic-lic ولا كانت السلالتان المتوالفتان لا يمكن التميز بينهما شكلياً فقد ميز بلاكسلى احداهما كسلالة (+) والأخرى كسلالة (-) .

ففي حالة كل من عفن الخبز Rhizopus , ميوكر Mucor , الفيكومييسيس

*Phycomyces* وابسيديا *Absidia* كل منها متباين الثالوس فيتطلب التكاثر الجنسي غزلين فطريين متوالفتين احدهما (+) والاخرى (-) ( اشكال 28 أ ، ب ، ج ، هـ ) تتكون الحافظة المشيجية الاولى Progametangia عند التلاصق بين السلالتين المتضادتين ينساب اليها سيتوبلازم غزير ونويات عدة لينوب الجدار الفاصل بين الحوافظ المشيجية الاولى ويمتزج البرتوبلاست وتقرب الانويه في ازواج يتكون كل زوج منها من نواه (+) واخرى (-) وفي عدد كبير من تلك الازواج تندمج النواتان لتكوين نويات ثنائية المجموعة الصبغية (2 ن) اما النويات التي لا يقدر لها الاندماج فانها من المحتمل ان يكون مصيرها الانحلال مكونا الحافظة المشيجية التي يفصلها عن الحوامل الجرثومية ما يعرف باسم معلق Suspensor .

تأخذ الخلية الجديد المتكونة نتيجة التزاوج بين الحافظتين في الاتساع ويتغلظ جدارها ويصبح سطحها اسود لتكون الجرثومة الاقيه التي تثبت في مدة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر لينبت منها حامل تنكشف عند طرفه حافظة جرثومية .  
وقد يختلف حجم وشكل الحوافظ المشيجية إلى حد كبير في الميوكرالات ففي حالة الفيكوميسيس *Phycomyces* يشبه الجهاز الحافظ المشيجي شكل الكماشه ممسكاً بالجرثومة الاقيه وتكون الحوافظ المشيجية والمعلقات غير متساوية الحجم ( شكل 28 هـ ) .

### طائفة الفطريات الزقية (الاسكبه )

Class : Ascomycetes

تعرف الفطريات الزقية ايضا بالفطريات الكيسية *Sac fungi* وتعتبر با لاضافه الي الفطريات البازيديه من الفطريات الراقية لانها ارقى الي حد كبير من الفطريات التي سبق تناولها في كل الطوائف الفطرية حتي الان وكما يتبين من تركيبها المعقد .  
تشمل الفطريات الزقية انواعا فطرية يتراوح عددها من 25000 إلى 35000 نوع ذات خيوط مقسمة وجراثيم تتكون بعد تزاوج جنسى تسمى بالجراثيم الزقية Ascospores التي تنشأ داخل وعاء يعرف بالزق Ascus ويتم تكوين الجراثيم

باندماج نواتين احاديتي المجموعة الصبغية فى نواه واحده وهى الاقحه Zygot ثنائية المجموعة الصبغية ثم تنقسم هذه النواه ثلاث مرات اولها انقسام اختزالى يعقبه انقسامان غير مباشرين لينتج من ذلك ثمانية جراثيم احادية المجموعة الصبغية داخل كل وعاء . تعيش الفطريات الزقية على بيئات مختلفة فهى اما متطفلة على كثير من النباتات واما مترممه على كتل الاخشاب المتحللة والاوراق المتعفنة وتنتج اجساما ثمرية Fruity structures يمكن مشاهدتها . كما تعيش قلة منها معيشة تحت ارضيه Hypogean وكذلك هناك عدد من الفطريات الزقية محبة للروث Coprophilous فلا تنمو الا على روث الحيوانات.

تسبب الفطريات الزقية فى كثير من الامراض للنباتات مثل امراض البياض الدقيقي Powdery mildew للقرع ،الخرشوف ،العنب وغيرها كذلك مرض الارجوت Ergot disease الذى يصيب القمح ويسببه فطر كلا فيسيس بريوريا *Claviceps purpurea* وتستخلص من خيوط هذا الفطر مادة الارجومتريين Ergometrin وهى مادة سريعة الزيان فى الماء تؤخذ عن طريق الغم سهلة الامتصاص وتعطي للأم اثناء الولادة العسره لتسهيلها كما تساعد هذه المادة على الاقلال من النزيف الذى يعقب عملية الولادة كما يتسبب بعض الفطريات الزقية فى تحليل السليولوز مثل فطر كيتوميام *Chaetomium* وكذلك تفرز مواد سامة تتسبب فى بعض الامراض التى تصيب الانسان والحيوانات المستأنسه ومن امثلتها المرض التنفسى المعروف باسم الاسبيرجىلى *Aspergillosis* ولا يفوتنا ان نذكر ان هناك كثير من الفطريات الزقية وهى نافعة فى اتمام كثير من الانشطة التخمرية مثال ذلك فطر الخميره Yeast التى هى الاساس فى صناعة الخبز .

#### التاكيب الجسديه

الفطريات الزقية ذات غزل فطرى يتكون من خيوط مقسمه تحتوى على جدار خلويه تحتوى نسبة عالية من الكيوتين والخيوط الفطرية تامة التكوين غزيرة التفرد تحتوى الحاجز العرضى على ثقب مركزى يسمح للسيتوبلازم بالانتقال من خلية إلى أخرى مجاورة . وخلايا الغزل الفطرى عادة وحيدة النواه الا ان الاغزال الفطرية المحتويه على

خلايا ثنائية النواه تكون كذلك مألوفه . لا تمتلك جميع الفطريات الزقية غزلاً فطرياً فتكون بعض فطريات الخميره وحيدة الخلية وينتج البعض الآخر سلسلة من الخلايا التي تكون غزلاً فطرياً كاذباً .

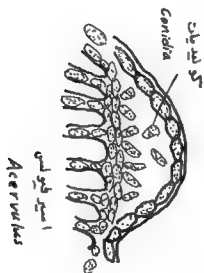
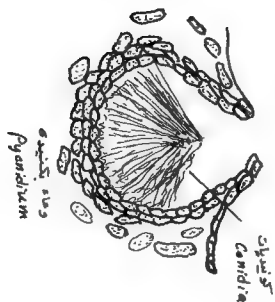
والغزل الفطري ينتظم عادة في انسجه فطريه تبدو مفككه التشابك وتعرف بالنسيج البرانشيمي الكاذب وتصاحب الانسجه البرانشيمي والبرانشيمي الكاذبه اجسام ثمرية وتراكيب جسيديه كالاغسام الحجرية Sclerotium والحشيات الثمرية Stroma .  
التكاثر في الفطريات الزقيه .

لفطريات الزقيه بوجه عام طوران تكاثريان مميزان ، المرحلة الجنسيه والتي تعرف عادة باسم المرحلة الزقيه والمرحلة اللاجنسيه او الكونيديه الا ان هناك بعض انواع الفطريات الزقيه لم يكتشف منها بعد مراحل جراثيمها الزقيه . .

ولذلك فان تقسيم الفطريات الزقيه يعتمد تماما على مميزات المرحلة الجنسيه الا انه بوجه عام هناك عدد ضخم من الفطريات تعرف بمراحل جراثيمها الكونيديه فقط ولما كانت المراحل الناقصه شبيهه بتلك المعروفة في الفطريات الزقيه فيكاد يكون من المؤكد ان كثيرا من الفطريات المعروفة باسم الفطريات الناقصه Deuteromycetes هي في الواقع فطريات زقيه ، اما فقدت مراحلها الزمنيه نتيجة لنشوءها التطوري واما لها مراحل زقيه لم تستكشف بعد .  
التكاثر الاجنسي

يتم التكاثر الاجنسي في الفطريات الزقيه بالانشقاق او التبرعم او التجزئ او بواسطة جراثيم مفصلية او كلاميديه او كونيديه وذلك بحسب النوع او الطرف البيئيه المختلفه ويعتبر الانشقاق والتبرعم من طرق التكاثر في فطريات الخميره وقلة من الفطريات الزقيه الاخرى وتعرف الجراثيم الناتجه من التبرعم باسم الجراثيم البرعميه Blastospores.

وتنتج معظم الفطريات الزقيه جراثيم كونيديه متنوعه وتنتج عادة على حوامل كونيديه Conidophores متنوعه وتكون الحوامل الكونيديه عبارة عن خيوط فطريه قصيره للغاية او طويله معقدة التفرع . وقد تكون منفصله تماما دون اي ترتيب واضح او



شكل (29) : الوعاء البكتيدي والاستيرفيولس .

Pycnidium and acervulus

منتظمة في اجسام ثمرية محدده من اكثرها الفه (شكل 29) هي :

أ- الوعاء البكتيدي Pycnidium

عبارة عن تركيب مجوف كروي الشكل او قارورى الشكل وتبطن الحوامل الكونيديه جداره .

ب - الاسيرفيوس Acervulus.

عادة يتكون في الفطريات الزقية المتطفله حيث تكون الخيوط الفطريه حصيره تحت البشره او ادمه النبات العائل على شكل الكأس او القوس وتعطى حوامل كونيديه قصيره تكون كتله او قد تلتصق الحوامل الكونيديه لتكوين تراكيب معقده .  
2- التكاثور الجنسي .

يحدث التكاثر الجنسي عادة في الفطريات الزقيه باندماج نواتين متالفتين كل منها احادية المجموعه الصبغيه وعقب الاندماج النوى للخليه الوالده الزقيه التى تنمو إلى زق يحدث الانقسام الاختزالى للاحقه الثانويه المجموعه الصبغيه مباشرة ويعقبها انقسامان مباشرين لتكوين ثمان جراثيم زقيه الناتجه نموذجا في الزق .  
تصنيف طائفة الفطريات الزقيه .

تصنف طائفة الفطريات الزقيه الى تحت طائفتين وهما :

1- تحت طائفة الهيماسكوميستيدى (بروتواسكوميستيدى).

Subclass : Proto- or Hemiascomycetes

2- تحت طائفة الفطريات الزقه الحقيقيه

Subclass : Euscomycetes

نحت طائفة الهيماسكوميستيدى ( بروتواسكوميستيدى )

Subclass:Proto-. or hemiascomycetes

تعد تحت طائفة البروتواسكوميستيدى او الهيماسكوميستيدى من انواع الفطريات الزقيه البدائيه بسيطه التركيب ذات غزل فطرى طفيف او غير موجود فى انواع عده منها



كما تتميز بالتكوين المباشر للزقان وافتقارها إلى تكوين ثمار زقية .  
تتضمن على فطريات الخميرة والكائنات الشبيهة بها كما تشمل على قلة من  
الرميات الخيطية وتسبب عددا من الامراض النباتية لعدة فصائل نباتية .  
تقسم هذه التحت طائفة إلى رتبتين هما :  
1- رتبة الاندوميستالات

Order :Endomycetales

2- رتبة التافرينالات

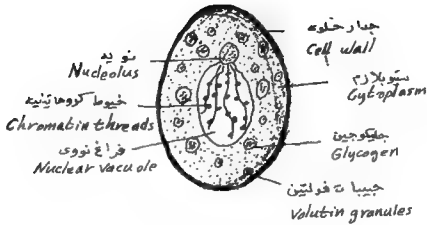
Order : Taphrinales

رتبة الاندوميستالات

Order: Endomycetales

تحتوى هذه الرتبة على فطريات الخميرة البالغة الاهمية فى الصناعة وتصنف هذه  
الرتبة إلى عدد كبير من الفصائل وهى ماثار كثير من الجدل عند المهتمين بعلم الفطريات  
واهم هذه الفصائل هى الفصيلة السكروميستية-Family Saccharomyceta-  
ceae .

والفصيلة السكروميستية هى فطريات الخميرة وعادة لفظ خميرة يستخدم  
للفطريات الزقية وحيدة النواة وتتكاثر لا جنسياً بالتبرعم أو الانشقاق أو كلاهما معا .  
يعيش فطر الخميرة (*Saccharomyces* (yeast) مترمماً حيث توجد المواد  
السكرية كرحيق الازهار وافرازات الاشجار والاوراق والثمار وبعض الانواع تعيش متطفلة  
على حيوانات عديدة وخاصة الحشرات والفطر وحيد الخلية ، مستديراً او بيضاوى  
الشكل يبلغ قطره 10 ميكرون ويحيط به جدار يتكون من مواد سكرية معقدة وليس من  
ماده السليولوز وتمتاز الخلية بانها غنية بالسيتوبلازم والذى يحتوى على حبيبات  
جليكوجين، وفوايتين ودهون، ويوجد بالخلية جهاز نووى Nuclear appartus يتكون  
من نويه لامعه Nucleolus بجانبها فجوة كبيرة تحتوى على خيوط تحمل حبيبات  
كروماتينية وتعرف بالخيوط الكروماتينية Chromation threads (شكل 30) .  
التكاثر اللاجنسى

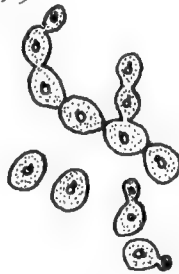


جنس سكاروميسيس  
(الخميرة)

Saccharomyces (Yeast)



Ascus with 4 ascospores  
Ascus with 8 ascospores  
البراثيم الزقية للتكاثر الجنسي في الخميرة  
Yeast sexual reproduction  
ascospores



التبرعم في الخميرة  
Yeast budding

شكل (30) : الخميرة والتكاثر في الخميرة .  
Yeast and yeast reproduction

توضع فطريات الخميرة عادة تحت الفطريات المتبرعمة وتحت فطريات الخميرة المنشقة حسب طراز تكاثرها الاجنسي ويستعمل لفظ فطريات الخميرة المتبرعمة لتلك التي تتكاثر بتكوين البرعم Bud (شكل 30) ويتم طريقة التبرعم Budding عندما يكون الوسط الغذائي الموجود به فطر الخميرة غنيا بالمواد الغذائية ويظهر البرعم ككتوة صغير في جدار الخلية ثم يفصل ويكبر بسرعة ليصير في مثل حجم الخلية الام واثناء تكونه ينقسم الجهاز النووي مباشرة وتهاجر احدى النواتين إلى البرعم الذي يفصل من الخلية الاصلية واحيانا ينتج البرعم المتكون برعما جديدا قبل انفصاله وقد تتكرر هذه العملية بحيث يصل عدد الخلايا المتصلة ببعضها علي شكل سلسلة غير منتظمة إلي قرابة مائة خلية .

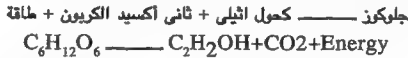
اما فطريات الخميرة المنشقة فتتقسم بواسطة الانقسام المستعرض حيث تستطيل الخلية الوالدة وتنقسم النواه ويتكون جدار مستعرض علي مقربة من الوسط إلى حد ما مما يفصل الخلية إلى خليتين بنويتين وحيدتي النواه كما في فطر الخميرة المنشقة *Schizosaccharomyces* التكاثر الجنسي

يحدث عندما تكون البيئة جافة والغذاء قليلا فتقترب خليتان ويخرج من كل منهما بروز صغير ثم يلتقي البروزان وينوب الجدار الفاصل بينهما لتكوين قناة تزاوج تلتقي فيها النواتان فتندمجان ويلتحم بعد ذلك السيتوبلازم في الخليتين لتكوين خلية واحدة تسمى بالزق Ascus ثم تنقسم نواة الزق الثنائية المجموعة الصيفية انقسامًا اختزاليا يعقبه انقسامان غير مباشرين لتكوين ثمانية انويه احادية المجموعة الصيفية وتتغلف كل منها بسيتوبلازم وجدار سميك وبذلك ينتج ثمانية جراثيم زقية في كل زق (شكل 30) ويلاحظ هنا ان الزق عار لا تحيط به خيوط او خلايا لتكوين الجسم الزقي Ascocarp المميز للفطريات الزقية الاخرى هذا وتستطيع بعض انواع فطريات الخميرة التكاثر بتكوين جراثيم زقية عددها اربعة في الخلايا الخضريه نفسها دون الحاجة إلى تزاوج جنسي كما في فطر الخباز العادي سكاروميسيس سيرفيسيس *Saccharomyces cerevisiae* كما تستطيع بعض انواع الخميرة التكاثر بواسطة تكوين جراثيم داخلية Endospores .

## ✓ الأهمية الاقتصادية لفطر الخميرة

### 1- التخمر الكحولى

لفطر الخميرة القدرة على تحويل بعض السكريات الاحادية مثل الفركتوز والجلوكوز إلى كحول وثانى أكسيد الكربون مع انطلاق طاقة تستغلها الخميرة في القيام باوجه نشاطها المختلفة ويمكن تلخيص هذه العملية بالمعادلة الاتية :



وتعزى مقدرة فطر الخميرة على اتمام هذه العملية إلى وجود انزيم الزيمير -Zy mase الذى يتكون في الحقيقة من مجموعة من الانزيمات تشترك مع بعضها في اتمام هذه العملية في وجود أو غياب الاوكسجين أكثر منها في وجوده وذلك لان الخلايا تنمو بسرعة في وجود هذا الغاز وتستغل جزءا كبيرا من السكر في عملية بناء الخلايا النامية وتؤكسدجزءا آخر منه أكسده كاملة إلى ثانى أكسيد الكربون والماء وتستخدم الطاقة الناتجة في تمثيل المادة السكرية والنمو ويحدث ذلك على حساب عملية التخمر الكحولى .

2- تستخدم انواع مختلفة من فطر الخميرة في صناعة البيرة ، النبيذ والمشروبات الكحولية الأخرى .

3- تضاف بعض انواعها إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز لتخميرها ، فعند اضافة الماء إلى الدقيق ينشط انزيم الدياستيز Diastase الموجود في الخميرة ويعمل على تحويل جزء من نشأ الدقيق إلى سكر ، وتعمل الخميرة على تخمير السكر فيتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعمل على انتفاخ الخبز فيصير خفيفا مساميا .

4- تستخدم الخميرة كمصدر لفيتامين ب المركب ، كما تحتوى بعض أنواعها على فيتامين ج، د

5- تسفل بعض فطريات الخميرة المتكافلة مع البكتيريا في عمليات تخمر خاهمة تعرف بالتخمر التكافلى Symbiotic Fermentation ومن امثلتها :

1- خميرة كفير Kefir وتتكون من فطر الخميرة وبكتريا سترپتوكوكاس -Strepto coccus التى تؤثر على سكر اللبن Lactose فتحوله إلى كحول وثانى أكسيد الكربون

كما في المعادلات :

سكر لين (لاكتوز)      بكتريا      سكر سداسي ( هكسوز)

سكر سداسي      خميرة      كحول + ثاني اكسيد الكربون

ب- خميرة تكافلية تتركب من فطر الخميرة وبكتريا باسيلاس *Bacillus* وتستغل لتحويل العسل الاسود الي خل ( حامض خليك Acetic acid ) حسب الخطوات بالمعادلات التالية:

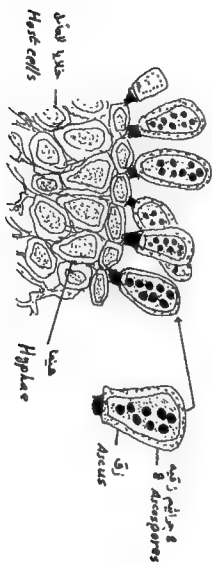
عسل اسود      خميرة      كحول + ثاني اكسيد الكربون

كحول      بكتريا      حمض خليك

### رتبة التافريينالات

#### Order :Taphrinales

جميع الفطريات المصنفة تحت رتبة التافريينالات متطفلة علي النباتات الوعائية فتسبب تشويها للانسجة النباتية التي تصيبها وتنتج مثل تلك الاعراض المرضية كتجعّد الاوراق Leaf Curl والتقرح Blisters ومن اكثر الفطريات المألوفة في هذه الرتبة وهو تافرينا ديفورمانس *Taphrina deformans* المسبب لمرض تجعد الاوراق في الخوخ وتافرينا بروني *Taphrina pruni* المسبب لمرض جيوب البرقوق Plum pockets وتافرينا كوريوليسنس *Taphrina coerulescens* المسبب لمرض تجعد وتعفن اوراق البلوط Curling and pucking of oak وهي تشبة التافريينالات فطريات الخميرة من حيث تكاثر جراثيمها الزقية بالتبرعم وهي لاتكون غزلا فطريا علي النباتات الصناعية ( شكل 31 ) وتتطفل علي عوائلها وتتكاثر جنسيا بتكوين 8 جراثيم زقية .



شكل (31) : جنس تافرينيا .

*Taphrina*

## نحت طائفة الفطريات الزقية الحقيقية

Sub class : Euascomycetes

من اوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة فهي تضم مجموعة من الفطريات الزقية الحقيقية تكون الزقاق فيها وحيدة الغلاف عادة وتنشأ من خيوط رفيعة في الحالات المثالية وتتكون في اغلب الاحوال داخل ثمرة حقيقية او مغلقة قارورية او كاسية مصحوبة بحشوة ثمرية او بدونها ،

تتبع الفطريات الزقية الحقيقية نظاما قياسيا في نورة حياتها ولما تنتج عنه فطريات فردية ويمكن وصفه فيما يلي:

عند نضج الجراثيم الزقية تتحرر من الزقاق لتنتشر وتثبت في الظروف المناسبة تعطي كل منها انبوبة انبات تنمو مكونة غزلا فطريا جديدا ، يكون بدورة حوامل كونيدية تنتج اعدادا وفيرة من الكونيديات التي تنتج المزيد من الفزل الفطري عند انباتها ، وطي العموم تتكرر النورة الكونيدية مرات عديدة خلال الموسم الواحد للنمو ، وعند توفر الظروف الملائمة للتكاثر الجنسي تنتج الاجسام الثمرية التي تتكون داخلها الزقاق والجراثيم الزقية .

### تصنيف الفطريات الزقية الحقيقية

يختلف المهتمون بعلم الفطريات في تصنيف الفطريات الزقية الحقيقية ، ولكن من بين المقاييس التي يرجع اليها في الفصل بين مجموعتها نوع الثمرة الزقية ، وطبيعة الجدار في الثمرة الزقية وطبيعة الطبقة التحتية وموضع الثمرة الزقية من الطبقة التحتية ، ونوع الزق ومكان الجراثيم الزقية داخل الثمرة وطريقة انفتاح الزق ووجود الشعيرات العقيمة وغيرها .

وتحت طائفة الفطريات الزقية الحقيقية عادة تقسم الي ست مجموعات اهمها :

#### 1- الزقيات الكرية Plectomycetes

تنتج الزقاق عند مستويات مختلفة والزقاق كروية او بيضية الشكل ، تنوب الجذروتخرج منها الجراثيم والثمرة الزقية مغلقة في العادة وتعرف الثمرة الزقية عادة

بالثمرة الزقية المغلقة Cleistothecium .

## 2- الزقيات القارورية Pyrenomycetes

الزقاق عادة صولجانى او اسطوانى الشكل وينتج فى الطبقة الخصبية ويضاف اليها احيانا جوانب الجدار الداخلى لثمرة زقية قارورية وقد تنشأ الثمرة الزقية داخل حشية ثمرية او بدونها ويحيط بها جدار محدد وتعرف الثمرة الزقية القارورية باسم Peri-thecium.

## 3- الزقيات القرصية Discomycetes

فطريات تحمل الزقان الصولجان او الاسطوانى الشكل فى طبقة خصبية داخل جسم ثمرة زقية مفتوحة وقد تتكون الثمار الزقية فوق او تحت سطح الارض وتبقى مغلقة فى اغلب الانواع وتعرف الثمرة الزقية القرصية او الكاسية باسم Apothecium.

## مجموعة الفطريات الكرية

### Plectomycetes

من صفات هذه المجموعة ان الزقان تكون كروي او صولجانيه الشكل كذلك تنشأ عند مستويات مختلفة مبعثرة مختلفة ويون نظام و ليس لها فتحة خاصة بل يتم انطلاق الجراثيم الزقية عندما تنوب الزقان وتتحرك الجراثيم الزقية داخل تجويف الثمرة الزقية وتكون الثمرة الزقية مغلقة او يكون لها فوهة .

تتضمن الزقيات الكرية ثلاث رتب اهمها رتبة الاسبرجيلات Order: Aspergillales والتي نتناولها بالتفصيل .

### رتبة الاسبرجيلات

#### Oreder: Aspergillales

تنتج هذه الرتبة ثمارها الزقية المغلقة على الغزل الفطرى بدون تكوين حشية ثمرية، والزقان مبعثرة وتخرج من خيوط زقية متفاوتة الاموال كذلك لا توجد طبقة خصبيه محددة.



تشمل هذه الرتبة عددا كبيرا من الانواع الفطرية اغلبها رمية وبعضها يتطفل على النباتات ، الحيوانات والانسان ، والاطوار الكونيدية منها واسعة الانتشار ومعروفة باسم العفن الاسود Black mould والعفن الاخضر Green mould والعفن الازرق Blue mould .

تحتوى هذه الرتبة على عديد من الفصائل الفطرية اهمها الفصيلة الاسبرجيلاسيه  
Family : Aspergillaceae والتي تتناولها فيما يلي .

### الفصيلة الاسبرجيلاسيه

Family : Aspergillaceae

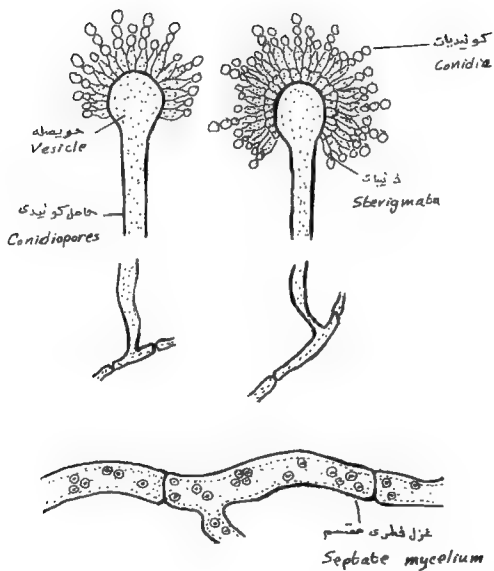
تعتبر الفصيلة الاسبرجيلاسيه من اوسع الفصائل الفطرية انتشارا حيث تضم عددا من الاجناس ذات الثمار الزقية المخلقة ولانواعها اهمية كبرى ومن اهم اجناسها الاسبرجيلس *Aspergillus* والبنسيليوم *Penicillium* .  
جنس الاسبرجيلس

### *Aspergillus*

واسع الانتشار اذ ينمو مترمما على اى وسط غذائي غير حى والبقايا الحيوانية والنباتية ويتسبب في تعفن الخضروات ، الفواكه ، اللحوم وغيرها من المواد الغذائية كما يتسبب في كثير من الامراض الجلدية والتنفسية لكل من الانسان والحيوان ( الاسبرجيللى *Aspergillosis* ) ، يستغل هذا الفطر صناعيا في انتاج حامض الستريك وحامض الاكزاليك من السكر .

وهذا الفطر نو غزل فطرى يتكون من خيوط فطرية مقسمة ومتفرعة وتحتوى كل خلية على عدد من انوية تنتشر فى السيتوبلازم الذى يحيط بفجوه عصارية ويوجد الغذاء المختزن على هيئة حبيبات زيتية ويختلف لون الفزل الفطرى حسب انواعه ، فمنه الابيض ، الاسود ، الاصفر ، الاخضر وغيرها ( شكل 32).

تخرج من الخيوط الفطرية الزاحقة فروع هوائية مستقيمة او غير مستقيمة تعرف بالحوامل الكونيدية Conidiophores تنتفخ نهاية كل حامل على شكل رأس مختلف



شکل (32) : جنس اسپیریلیس .  
*Aspergillus*

الاشكال تعرف باسم الحويصلة Vesicle تحمل مجموعة من الحوامل تعرف باسم  
الذنبات Sterigmata يحمل كل ذنب سلسلة من الجراثيم الكونيدية المختلفة تنتظم  
في تعاقب قمى Acropetal succession اى الكونيديات المسنة بعيدة عن الذنب  
والكونيديات تحتوي على سيتوبلازم ونواة او عدة انوية وحبيبات زيتية.

ويتباين الانواع المختلفة لجنس الاسبرجيلس ويمكن تقسيمها تبعا للصفات التالية:

1 - لون المستعمرة Colour

فقد تكون بيضاء او خضراء او سوداء او غيرها .

2 - الحامل الكونيدى Conidiophore

فقد يكون الحامل الكونيدى قائما Erect او منثنيا Sinuate ، او املس

Smooth او خشنا Rough .

3 -الحويصلة Vesicle

حيث تاخذ اشكالا مختلفة فقد تكون كروية Globose او شبه كروية Subglo-

bose او صولجانية Clavate

4- الراس الكونيدى Conidial head

قد تترتب الكونيديات فى شكل عمودى Columnar او شكل شعاعى Radiate

5. - الذنبات Sterigmata

قد تترتب الذنبات فى بعض انواع الاسبرجيلس فى صف واحد Uniserriate

او فى صفين Biserriate.

6 - الكونيديات Conidia

قد تكون الكونيديات لمساء Smooth او خشنة Rough او شوكية Spiny او

تاخذ اشكالا منها كروية Globose او شبه كروية Subglobose او بيضاوية

Ovate .

7 - الجراثيم الزقية والاجسام الحجرية Ascospores and sclerotium

قد توجد فى بعض انواع الاسبرجيلس جراثيم زقية داخل جسم زقى Ascocarps وقد

توجد عليه خلايا مغلظة تعرف باسم خلايا الهيول Hulle cells او تتجمع الهيفات في بعض الانواع بجدار صلب مكونه ما يعرف بالاجسام الحجرية Sclerotium (شكل 33).

امثلة لانواع مختلفة من جنس اسبرجيلس ( اشكال 34-هـ).

#### 1- اسبرجيلس كلافاتس

##### *Aspergillus clavatus*

الفزل الفطري فيه ازرق مخضر، الرأس الكونيدية صولجانيه الشكل كبيرة الحجم والذنبات في صف واحد .

#### 2 - اسرجيلس شيفالييري

##### *Aspergillus chevalieri*

اللون اخضر مصفر نوراس كونيدى شعاعية ، ذنبات في صف واحد ، يكون هذا النوع اجساما ثمرية تحتوى بداخلها جراثيم رقية .

#### 3 - اسبرجيلس فيوميغاتس

##### *Aspergillus fumigatus*

المستعمره ذات لون اخضر مزرق او اخضر رمادى والرأس الكونيدية عموديه والذنبات مرتبه في صف واحد .

#### 4- اسبرجيلس كانديس

##### *Aspergillus candidus*

المستعمرات بيضاء اللون وقد تصبح مائلة للاصفرار والرؤوس الكونيدية شعاعية والذنبات في صفين.

#### 5- اسبرجيلس فلافس

##### *Aspergillus flavus*

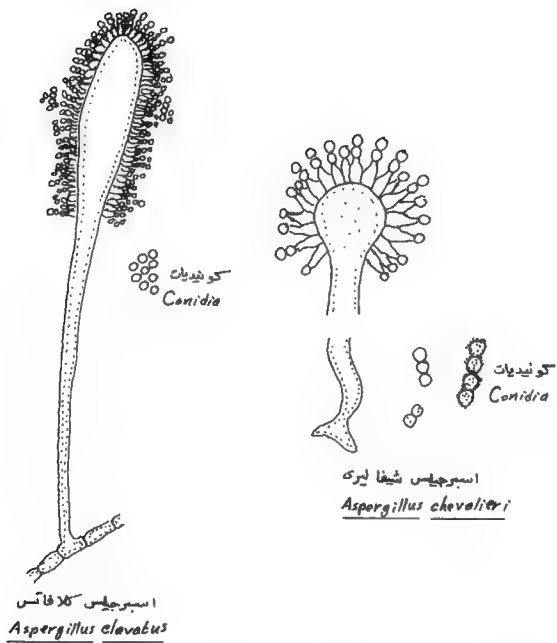


خلايا هيولة  
*Hülle cells*



اشكال الجراثيم الزقية  
*Forms of ascospores*

شكل (33) : خلايا هيول واشكال الجراثيم الزقية.  
*Hülle cells and forms of ascospores*



شکل (134) : اسپرگیس شیفالیری و اسپرگیس کلواتس .

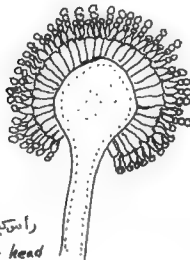
*Aspergillus chevalieri* and *A. clavatus*



اسپرژیلس فیومیگاتس  
Aspergillus fumigatus



اسپرژیلس کاندیدوس  
Aspergillus candidus



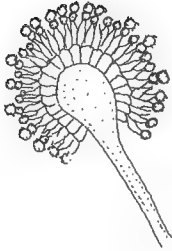
رأس كبيره  
Large head



رأس صغيره  
Small head

اسپرژیلس فلاویس  
Aspergillus flavus

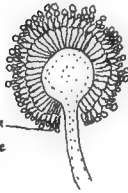
شکل (34 پ) : اسپرژیلس کاندیدوس ، اسپرژیلس فیومیگاتس و اسپرژیلس فلاویس .  
*A.candidus* , *A. fumigatus* and *A. flavus*



اسپر جیلس فیروسیکلور  
Aspergillus versicolor

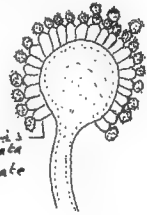


اسپر جیلس اوکرا شیس  
Aspergillus ochraceus



ڈیپاٹ فی صف  
sterigmata  
Biserriate

اسپر جیلس نیجر  
Aspergillus niger



ڈیپاٹ فی صف  
sterigmata  
uniseriate

شکل (34 ج) : اسپر جیلس اوکرا شیس ، اسپر جیلس نیجر و اسپر جیلس فیروسیکلور.  
A. ochraceus, A. niger and A. versicolor

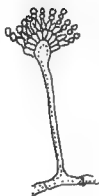


رأس صغيره  
Small head



کونیدیات  
Conidia

اسپرچیس سیدوی  
Aspergillus sydowii



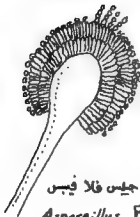
خلایا هیول  
Hülle cells



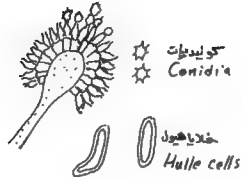
جراثیم اسکیه  
Ascospores

اسپرچیس نیدیولانز  
Aspergillus nidulans

شکل (34 د) : اسپرچیس سیدوی و اسپرچیس نیدیولانز  
A. sydowii and A. nidulans



اسپر جیلز فلا فیس  
Aspergillus Flavipes



اسپر جیلز اوستس  
Aspergillus ustus



اسپر جیلز تیریس  
Aspergillus terreus

شکل (34 هـ) : اسپر جیلز اوستس ، اسپر جیلز فلا فیس و اسپر جیلز تیریس .

*A. ustus* , *A. flavipes* and *A. terreus*

لون المستعمرة اخضر مصفر والراس الجرثومية شعاعية والذنبات فى صف او صفين وقد تكون الراس كبيرة الحجم او صغيرة .

6 - اسبرجيليس اوكراشيس

### *Aspergillus ochraceus*

المستعمرات ذات لون اصفر ذهبى والرؤوس الكونيدية شعاعية والذنبات فى صفين.

7 - اسبرجيليس نيجر

### *Aspergillus niger*

الفضل الفطرى اسود اللون ، الرؤوس الكونيدية شعاعية والذنبات مرتبة فى صفين او صف واحد.

8 - اسبرجيليس فيرسيكوار

### *Aspergillus versicolor*

المستعمرة تميل إلى اللون الاخضر المصفر والرؤوس الكونيدية شعاعية والذنبات فى صفين .

9 - اسبرجيليس سينوي

### *Aspergillus sydowii*

ذو لون اخضر مزرق والراس الكونيدية شعاعية صغيرة والذنبات فى صفين .

10 - اسبرجيليس نيدولانز

### *Aspergillus nidulans*

الفضل الفطرى اخضر مصفر داكن والحوال الكونيدية قصيرة بنية والرؤوس الكونيدية عمودية والذنبات فى صفين ومعظم افراد هذه المجموعة تنتج جراثيم زقية ذات لون احمر برتقالى .

11 - اسبرجيليس استس

### *Aspergillus ustus*

نولون زيتونى او بنى ، الراس الكونيدى شعاعى او عمودى والحامل الكونيدى بنى اللون والذنبات فى صفين .

12 - اسبرجيلس فلافيس

### *Aspergillus flavipes*

المستعمره ذات لون ابيض او تميل إلى الخمرى ، الذنبات فى صفين والرأس الكونيدى شعاعى او عمودى

13 - اسبرجيلس تيريس

### *Aspergillus terreus*

ذات لون طوبى والرؤوس الكونيديه عموديه مضغوطة ، والذنبات فى صفين .

### التكاثر فى الاسبرجيلس

1 - التكاثر اللاجنسى

يتم عن طريق الجراثيم الكونيديه ، فعند انفصالها تنتشر بسهولة بواسطة الهواء حتى اذا ما استقرت على وسط غذائى مناسب تنبت وتنتج غزلا فطريا جيدا .

2- التكاثر الجنسى

ويتم فى قلة من انواع الاسبرجيلس وينتج عن التكاثر الجنسى تكوين جسم زقى كروى الشكل مطلق Cleistothecium تنتشر بداخله الزقاق فى غير انتظام .

جنس البنسيليوم

### *Penicillium*

من اوسع الفطريات انتشارا فى الطبيعة وهو فطر مترم مثل الاسبرجيلس ، بسبب اتلاف كثير من المواد العضوية مثل الخبر ، الجبن ، الموالح وغيرها كما توجد منها انواع تسبب اتلاف الاقمشة المخزنة فى جو رطب كما يسبب الفطر العفن الاخضر Green mould او العفن الازرق Blue mould على ثمار الموالح .

تنتج بعض انواع البنسيليوم بعض الاحماض العضوية مثل احماض الستريك

، الفيوماريك، الاكزاليك، والجليوكينيك ، إلى جانب أهميتها الصناعية في انتاج الجبن وانتاج المضادات الحيوية .

تشبه دورة حياة بنسيليوم دورة حياة فطر اسبرجيلس إلى حد كبير ولكن الشكل العام للتراكيب الجسدية تختلف إلى حد كبير .

الفزل الفطري يتكون من خيوط فطرية مقسمة كما تعطي في فطر الاسبرجيلس حوامل مقسمة مميزة ، وتكون الفروع متعائلة او غير متعائلة تنتهي الفروع بمجموعة من الذنبيات تحمل سلاسل كونيديي طويلة ( شكل 35).

والكونيديات كما في الاسبرجيلس قد تكون كروية إلى بيضيه الشكل ويختلف لونها من الاخضر إلى الازرق وقد تكون الحوامل الكونيديي ملساء او شوكية او خشنة الملمس .

وعند انبات الكونيديات عادة تعطي انابيب انبات تنمو بسهولة لتنتج غزلا فطريا جديد . اما الطور الجنسي لكثير من انواع البنسيليوم فهو غير معروف الا انه امكن الوصول إلى الثمرة الزقية المخلقة في عدد كبير من الانواع .

ويعتمد تصنيف الانواع المختلفة لجنس البنسيليوم ( شكل 36 أ، ب ) بناء على تماثل الافرع - الميتولى - إلى ما يلى :

1. ميتولى متعائلة الاضلاع Symmetrica

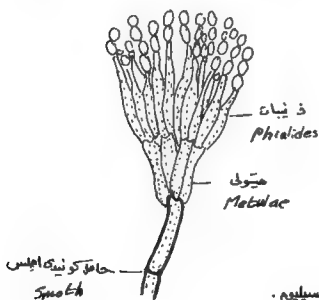
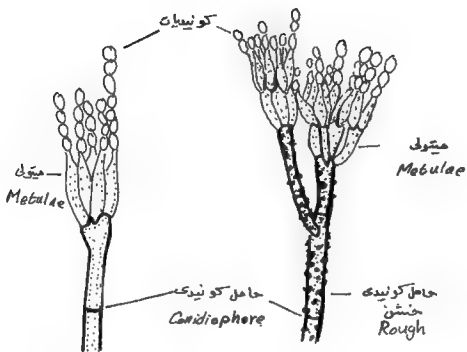
تترتب عناصر البنيسيليا Penicilli من كونيديات - ذنبيات - ميتولى - Metulae بحيث تكون مثلث متساوى الاضلاع وتنقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة اقسام هي :

1- ذات صف واحد Monoverticillata

حيث تترتب عناصر البنيسيليا فى صف واحد فى الذنبيات الذى يحمل فى نهاية كل فرع كونيدي .

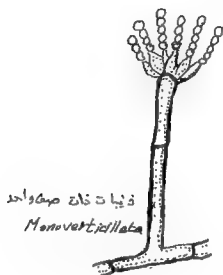
2- ذات صفين من البنيسيليا Biverticillata تتكون من صفين من عناصر البنيسيليا على هيئة مثلث متساوى الساقين.

3- اكثر من صفين من البنيسيليا Polyverticillata

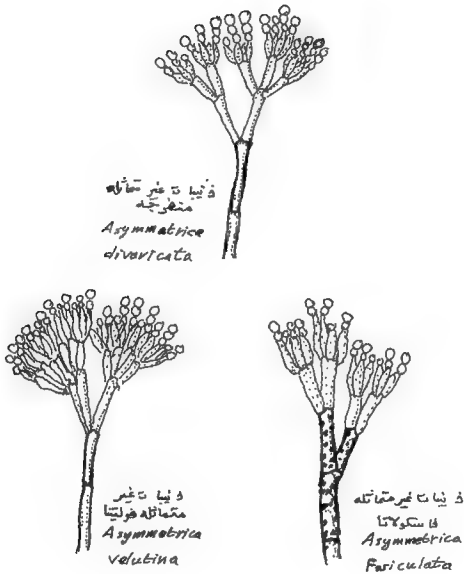


شکل (35) : جنس الپنسیلیوم .

*Penicillium*



شكل (136) : أشكال الرأس الكونيدى للبنيسيليوم (متماثلة الأضلاع).  
*Penicillium* conidial heads (Symmetrica).



شكل (36 ب) : أشكال الرأس الكونيدى للبنسيليوم ( غير متماثلة الاضلاع )  
*Penicillium conidial heads ( Asymmetrica )*



حيث تترتب عناصر البنيسيليا في أكثر من صفين .

II. ميتولى غير متماثلة الاضلاع Asymmetrica  
وفيها تكون الزاوية حادة ويتبعها المجموعات التالية

1- فيليتاينا Velutina

ويكون فيها سطح المستعمرة الفطرية طبقي الشكل .

2- لاناتا Lanata

ويكون الشكل الخارجى للمستعمرة صوفيا

3- فاسكولاتا Fassiculata

وفيها يأخذ الشكل الخارجى للمستعمرة شكل حزم وتكون الزاوية منفرجة بين

عناصر البنيسيليا ويطلق عليها منفرجة Divaricata .

### مجموعة الفطريات القارورية

#### Pyrenomycetes

ذات اجسام زقية قارورية الا فى حالات نادرة تكون عبارة عن ثمرة زقية مغلقة  
والثمرة الزقية القارورية ذات جدار خفيف وتخرج الجراثيم عن طريق ثقب صغير يعرف  
بالفوهه Ostiole يبطن الجدار الداخلى لعنق الثمرة الزقية القارورية مجموعة من  
الشعيرات Paraphyses وتضم مجموعة الزقيات القارورية عدة رتب من اهمها:

1- رتبة الاريسيفالات

Order : Erysiphales

2- رتبة الكيتوميات

Order: Chaetomiales

3- رتبة الهيبوكراالات

Order:Hypocreales

4. رتبة الكلافسييتالات

## Order :Claviceptales

### رتبة الأريسييفالات

#### Order: Erysiphales

ذات اجسام زقية من ثمرة زقية مغلقة . وبالتالي توضع احيانا ضمن الزقيات الكرية ولكنها تختلف في كونها مبعثرة وبالتالي تعتبر الاريسييفالات من الزقيات القارورية. تنشأ الثمار الزقية في الاريسييفالات على غزل فطري سطحي دون تكون حشيه ثمرية وهي فطريات طفيلية ، والزقاق كروي او بيضى الشكل تترتب داخل الثمرة الزقية المغلقة ذات الجدار الداكن اللون .

يتبع هذه الرتبة فصيلة واحدة هي الفصيلة الاريسييفية -Erysipha Family : ceae والتي تتناولها بايجاز فيما يلى .

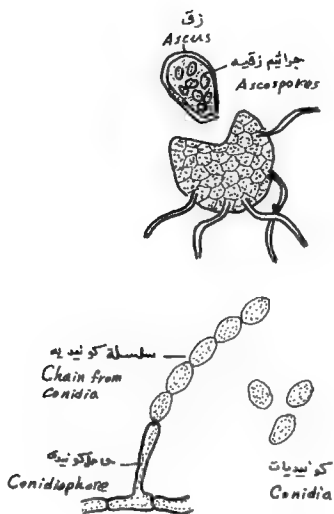
### الفصيلة الأريسييفية

#### Family : Erysiphaceae

تسبب هذه الفصيلة فى مجموعة من الامراض للنباتات يطلق عليها البياض الدقيقى Powdery mildew وترجع التسمية الى ما تنتجه من كميات وافرة من الكونيديات التى تغطى سطح العائل وتظهر على هيئة طبقة دقيقة بيضاء ، وتتسبب في اصابة نباتات العنب ، الورد ، التفاح ، الفرعيات والنجيليات بهذا المرض .

والغزل الفطري لافراد هذه الفصيلة فيما عدا قلة منها يكون باكملة على سطح العائل حيث يتكون من خيوط فطرية عديمة اللون تتكون بوفرة على البشرة فى المنطقة المصابة ويرسل ممصات عديدة تخترق خلايا البشرة وتقتل داخل الورقة خلال الثغور وتتشر بين خلايا النسيج الوسطى للورقة .

بعد مرور ايام من الاصابة تاخذ الخيوط الجسديه في انتاج كمية من الحوامل الكونيدية حيث تكون مجموعة من الكونيديات التى قد تنفصل كل منها او تبقى الكونيديات معلقة فى سلاسل كما فى جنس *Erysiphe* ( شكل 37 ا ) .



شکل (137) : جنس اریسپه،

*Erysiphe*

في اغلب افراد الفصيلة الاريسيفية تزود الثمار الزقية المغلفة عند نضجها بزوائد خاصة تختلف في الطول والصفات ، فقد تكون زوائد ملتصقة القمة او زوائد مغزليه او ذات قاعده بصليه ، كذلك زوائد ذات قمة متفرعة ثنائية الشعبة وتعتبر بالاضافة إلى عدد من الزقاق داخل الثمرة الزقية من المقومات الاساسية لتصنيف الاجناس التابعة لهذه الفصيلة (شكل 37 ب) .

#### التكاثر اللاجنسى

تنبثق الكونيديات على سطح الورقة شفافة وحيدة الخلية ويختلف شكلها من نوع إلى اخر ولكن يغلب عليها الشكل البيضاوي او الاسطوى ، تنبت الكونيديا عند سقوطها لتكون غزلا فطريا جديدا .

#### التكاثر الجنسي

في اواخر الصيف حيث يأخذ معدل انتاج الكونيديات في النقصان فتظهر الثمار الزقية الحديثة وحيدة الزق او عديدة الازقة على الغزل الفطري الابيض وهي تبدأ بيضاء ثم تتحول إلى صفراء ثم تأخذ اللون الاحمر فالبنى فالاسود .

#### رتبة الكيتوسيات

##### Order : Chaetomiales

فطريات زقية رمية ، ذات ثمار زقية قارورية ، تتكون على السطح دون حشيه ثمرية وتتميز الثمرة الزقية بوجود زوائد طويلة تلوي قبل نضج الجراثيم ، وتظهر الجراثيم داخل تجويف الثمرة الزقية وكثيرا ما تبرز الى الخارج في شكل شريطي من المجاميع الجرثومية . الجراثيم الزقية داكنة اللون وحيدة الخلية وتختلف شكلها من نوع إلى آخر . تشمل هذه الرتبة فصيلة واحدة وهي الفصيلة الكيتوميه Family : Cheatomniaceae وتضم مجموعة من الاجناس الفطرية اهمها جنس كيتوميوم *Chaetomium* (شكل 38).

#### رتبة الهيبوكاويات

##### Order : Hypcreales

تنتج ثمارا زقية قارورية زاهية اللون ذات فوهة ولها جدار طويله نسبيا او شمعية تكون بها حشيات ثمرية زاهية اللون ، تحمل الثمار الزقية على السطح او مطمورة داخل



زوائد ميسيلية (خزلية)  
*Myceloid appendages*



زوائد حلقية القمة  
*Crenoid appendage tips*



زوائد ذات قمة متفرقة ثنائية الشعبة  
*Dichotomously branched tips*



زوائد مسطوية القاعدة  
*Bulbous appendage base*

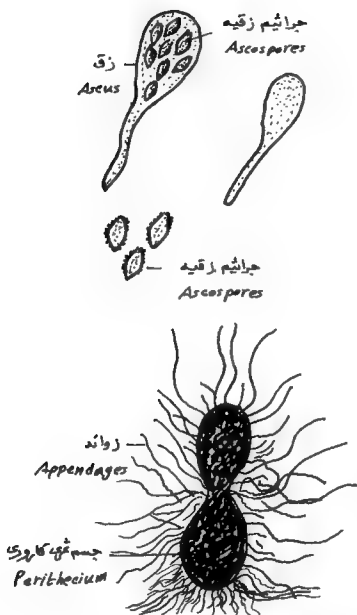


جسم ثوري محدد الشكل  
Many ascus in a  
*clavate ascus*



جسم ثوري وحيد الزرق  
One ascus in a  
*clavate ascus*

شكل (37 ب) : الصفات التصنيفية للعائلة الأريسيقية .  
Taxonomic characteristic of Erysiphaceae



شکل (38) : جنس کیتو میوم .  
*Chaetomium*.

انسجة الحشيه .

تضم الهيوكارلات مجموعة انواع متطفلة على النباتات الخضراء ، الفطريات والحشرات إلى جانب العديد من الرميات ومن الطفيليات ما ينمو على الاجسام الثمرية للفطريات البازيدية .

تضم هذه الرتبة فصيلتين كبيرتين وهما :

**الفصيلة النكتيرية**

Family : Nectriaceae

**الفصيلة الهيوكريه**

Family : Hypocreaceae

ونتعرض باجاز إلى الفصيلة الاولى وهى الفصيلة النكتيرية حيث تحتوى على جنس واحد وهو جنس نكتيريا *Nectria* (شكل 39) .

تعيش انواع هذا الجنس متطفلة على جنوع الاشجار وخاصة اشجار التفاح والكمثرى مسببه تقرح الاعضاء المصابة Canker disease. والاجسام الثمرية فاتحة اللون تحوى بداخلها الاكياس الزقية بداخلها جراثيم زقية تتكون من خليتين .

**رتبة الكلافيسيتاللات**

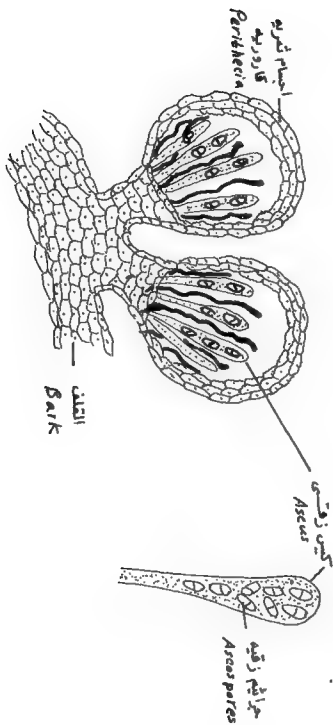
Order : Claviceptales

تكون بها الثمار الزقية قارورية داخل حشيات ثمرية جيدة التكوين والزقاق اسطوانية ذات غطاء سميك بثقب اسطوانى تتسلل منه الجراثيم الزقية ، كما توجد شعيرات عقيمة على الجدار الجانبية للثمرة الزقية والجراثيم الزقية خيطية Filiform (شكل 40) .

تحوى هذه الرتبة فصيلة واحدة وهى الفصيلة الكلافيسيتية -Family Clavi-

ceptaceae وافرادها متطفلة على النباتات النجيلية وكذلك الحشرات والعناكب والاجسام الثمرية لبعض الفطريات ومن اهم افرادها فطر كلاسييس بريوريا *Clavi- ceps purpurea* .

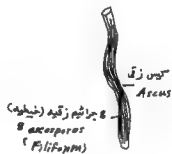
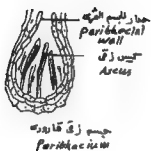
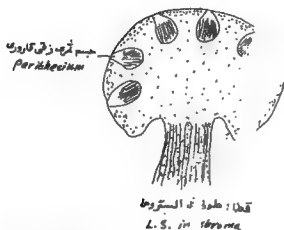
يصيب هذا الفطر عددا من نباتات العائلة النجيلية كالقمح والشعير والشوفان



شكل (39) : جنس نكتريا .

*Nectria*





شكل (40) : جنس كلاسيبيس .  
Claviceps

مسبباً ما يسمى بمرض الارجوت Ergot.

#### التكاثر اللاجنسى

حين تحمل الجراثيم الزقية الى ازهار النبات العائل بواسطة الرياح وتثبت كل جرثومة لتعطى عدة انايبب انبات تخترق مبيض الزهرة وتنتشر داخله . والميسيليوم سريع النمو ويتكون من خيوط فطرية مقسمة ولا يكتفى الغزل الفطرى بالنمو داخل المبيض ، بل تخرج بعض الخيوط وتنمو خارجه وتقطع اطرافها مكونة كونيديات صغيرة الحجم مستديرة . ويحدث اثناء تكوين الكونيديات ان تغرز الخيوط الفطرية سائلا لزجا سكريا يجذب الحشرات التى تنقل الكونيديات الى ازهار اخرى . وبالتالي تعمل الحشرات على انتشار مرض الارجوت Ergot . ويطلق على هذه المرحلة الندي العسلي Honey dew نسبة إلى وجود السائل السكرى .

#### التكاثر الجنسى

بعد فترة مناسبة من نمو الغزل الفطري ، تتحول الخيوط الفطرية داخل المبيض إلى كتلة متماسكة صلبة اسطوانية الشكل مقوسة قليلا تعرف بالجسم الحجرى -Sclerotium وهو ذو غطاء خارجى اسود اللون او احمر يحاط بخيوط فطرية بيضاء متماسكة (شكل 40) .

يكتمل تكوين الجسم الحجرى حيث تنضج حبوب النبات وتسقط في التربة وتظل كامنة حتى موسم الربيع القادم او تحصد وتختلط بالحبوب .  
فى الربيع يبدأ الجسم الحجرى فى الانبات ويتمزق الغطاء الخارجى ويبرز من نسيجها الداخلى عدد من الزوائد تعرف بالاسترومات Stroma تتكون من عنق طويل ورأس مستدير بنى او برتقالى اللون .

يتغطى سطح الرأس بعدد كبير من الاجسام الزقية القارورية Perithecia ويمكن رؤيته بوضوح بقطاع فى الرأس حيث يلاحظ ان كلا منها يتزود بفتحه Ostiole ويخرج من قاعده الجسم الزقى عدد من الزقاق الصولجانيه الشكل ويحتوى كل زق على ثمانية جراثيم زقية خيطية الشكل تتحرر الجراثيم الزقية القارورية خلال فتحاتها وتحمل بواسطة الرياح حتى تصل إلى ازهار العائل لتعيد دورة الحياة.

## مجموعة الفطريات القرصية

### Discomycetes

تشمل هذه المجموعة الفطريات ذات الاجسام الثمرية الكاسية او القرصية التي تتكون على الارض وعلى كتل الاخشاب المتعفنة او الارواق او الثمار او على روث الحيوانات . واجسامها الزقية ( الكاس الزقي Apothecium ) تكون زاهية اللون ، حمراء او صفراء او برتقالية في بعض الانواع او تكون بنية اللون وفي حالات قليلة تكون سوداء .

والكتوس الزقية وان اختلفت انواعها الا انها تتفق في صفة اساسية وهي انها تكون مفتوحة وتحمل الزقاق اما على السطح او داخل تجويف كبير مفتوح .  
ويتركب الكأس الزقي من ثلاثة اجزاء :

#### 1- الطبقة الخصيبية Hymenium layer

وهي طبقة الزقاق التي تبطن الجزء المجوف من القرص او الكاس وتتكون من زقاق اسطوانية او صولجانية الشكل يتخللها قليل او كثير من الشعيرات العقيمة .

#### 2- الطبقة التحت خصيبية Hypothecium

عبارة عن طبقة رقيقة من خيوط فطرية منسوجة تقع اسفل الطبقة الخصيبية

#### 3- التخت Exoipulum

وهو الجزء الفص من الثمرة الزقية الذي يكتنف الطبقة تحت الخصيبية والطبقة الخصيبية ويتركب التخت من جزئين ، تخت خارجي وهو الطبقة الخارجية من الكاس الزقي وتخت نخاعي وهو يحتل الجزء الداخلي .

وتصنف الزقيات القرصية فوق الارضية ( التي تنتج اجسامها الزقية فوق سطح الارض ) الي مجموعتين تبعا لطريقة انطلاق الجراثيم من الزقاق .

#### 1. الزقيات القرصية غير الضطائية

وتتميز بان جراثيمها تنطلق من ثقب دائري قمي.

#### 2. الزقيات القرصية الضطائية

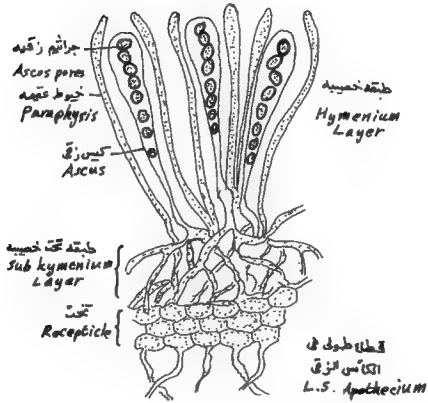
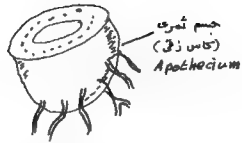
وفيها يوجد في طرف الزق قطنسوه مفصليه او شبه غطاء يفتح ويسمح بخروج الجراثيم .

تضم المجموعه الاولى رتبة البزيزالات Order: Pezizales وهي من الرتب فوق الارضية واهم اجناسها بزيزا *Peziza* ويعيش مترمما على المواد العضوية فى التربة والخشب وروث الحيوانات وايست للفطر القدرة علي التطفل وينمو غزلة الفطري مكونا خيوطا مقسمة تنتشر خلال الوسط الغذائي وحينما يحل موعد التكاثر يظهر علي سطح الوسط الغذائي الجسم الزقي الكاسي الشكل وعند دراسة قطاع عمودي في الكاس يتبين انه يتركب من الطبقة الخصبية hymenium layer مبطنة للكاس من الداخل وتتكون من زقاق مرتبة ومتوازية تتخللها خيوط عقيمة ويحتوى كل زق على ثمانية جراثيم زقية وحيدة الخلية مرتبه فى صف واحد ، يلي الطبقة الخصبية طبقة تحت خصبية -Subhy menium layer تتكون من خيوط فطرية متشابكة ويعقب ذلك التخت الذي يتكون من برانشيما كاذبة ( شكل 41).

### طائفة الفطريات البازيدية

Class: Basidiomycetes

تعتبر ارقى الفطريات واكثرها تعقيدا منها ما يحيا رميا ومايعيش متطفلا علي كثير من النباتات الاقتصادية فتسبب كثيرا من الامراض كمرض التفحم العادي Com- mon smut ، مرض التفحم السائب Loose smut مرض تفحم الحبوب Kernel smut وامراض الصدأ Rust diseases لكثير من النباتات الوعائية . كما يعتبر كثير من افراد الفطريات البازيدية ذا اهمية غذائية ، كما ان البعض الاخر له اهمية خاصة في تكوين الجذور الفطرية الخارجية Ectomycorrhiza .



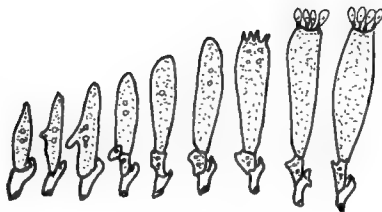
شکل (41): جنس پزیزا .  
Peziza

والبازيديات ذات غزل فطري مقسم ، والخيوط الفطرية متفرعة ذات تراكيب خاصة تعرف بحواجز Dolipore وعادة تنتج الجراثيم البازيدية خارج الخلية الامية الوالده لها والتي تعرف بالكيس البازيدي او الحامل البازيدي Basidium (جمع: حوامل بازيدية Basidia) والحامل البازيدي صولجاني الشكل مقسم او غير مقسم يحمل اربع ذنبيات Strigmata عند قمته . والجراثيم احادية المجموعة الصبغية وتتكون غالبا داخل جسم ثمري الا انه في بعض الانواع تنشأ الخلايا البازيدية خارجيا كما في فطريات الاصدأ .

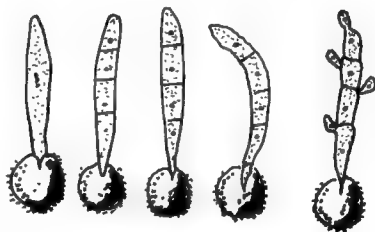
والجراثيم البازيدية تتكون عادة من نهاية خيط فطري تحتوي نهايته علي نواتين احاديتي الكروموسوم، تكبر هذه في النهاية وكذلك نواياتها وتنتفخ ويعقبها اتحاد للنواتين لتكوين نواة ثنائية المجموعة الصبغية ، تنقسم فيما بعد اختزاليا بعقبة انقسام غير مباشر لتعطي اربع انوية احادية المجموعة الصبغية وفي اثناء ذلك يتكون علي قمة النهاية اربع ذنبيات تمر كل نواه الي واحدة منها ثم تتضخم قمة كل ذنيب وينتقل اليها جزء من السيتوبلازم وبذلك تتكون الجرثومة البازيدية بعد انفصالها عن الذنيب ، كذلك قد يكون الحامل البازيدي مقسما الي عدد من الخلايا في صف واحد وينتج هذا الحامل بان تستعمل قمة خيط فطري وبعد اندماج نواتيها احادية المجموعة الصبغية ترتص في صف مواز لطول الخلية ثم تتكون جدر عرضية تفصل الانوية عن بعضها فينتج حامل بازيدي مقسم ، ثم تنقسم نواة كل خلية خضرية الي نواتين تتجه احدهما الي نتوء يتكون علي الخلية وهو ينتفخ وينتقل اليه جزء من سيتوبلازم الخلية وبذلك تتكون الجرثومة البازيدية Basidiospore وتبقى النواه الاخرى في خلية الحامل (شكل 42).

تثبت الجراثيم البازيدية لتعطي غزلا فطريا اوليا مقسما احادي المجموعة الصبغية ، قد تتحد بعض خلاياه مع خلايا غزل فطري اخر متوالف فتنتج خلايا ثنائية النواه احادية الكروموسوم او تتحد خلاياه مع جراثيم Oidia التي ينتجها غزل فطري احادي الكروموسوم وتنتقل محتويات الجرثومة إلى الخلية ويمثل هذا التزاوج الجنسي في هذه الفطريات وبذلك لا تكون هذا المجموعة اعضاء جنسيه ، يعقب ذلك انتاج الروابط الكلبييه Clamp connection التي تنتج خيوطا فطرية ثنائية النواه احادية الكروموسوم (شكل 43).

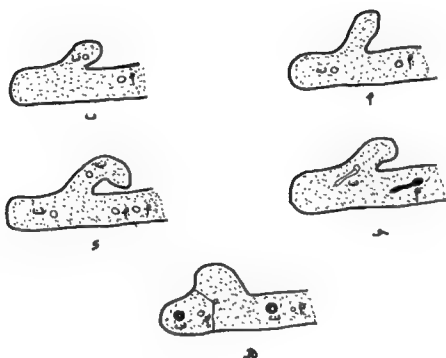
٩ - غير مقسم  
Aseptate



١٠ - مقسم  
Septate



شكل (42) : تكوين الحامل البازيدي .  
Basidium formation



شكل (43) : تكوين الوابط الكلبي .  
Clamp connection formation



تتكاثر البازيديات لا جنسيا بواسطة التبرعم ، تكوين الجراثيم الكونيدية ، وكذلك خضرها بتقطع اجزاء من الغزل الفطرى .

تصنيف الفطريات البازيدية

تصنف طائفة الفطريات البازيدية طبقا لشكل وتركيب الحامل البازيدي إلى ثلاث تحت طائفة هي :

1- تحت طائفة تيلوميسيتدى

Subclass : Teliomycetidae

2- تحت طائفة هولوبازيديوميسيتدى

Subclass: Holobasidiomycetide

3- تحت طائفة فراجموبازيديوميسيتدى

Subclass: Phrogmobasidioycetidae

تحت طائفة تيلوميسيتدى

Subclass :Teliomycetidae

تحتوى تحت طائفة التيلوميسيتدى على فطريات متطفلة على كثير من النباتات الوعائية ، تتسبب فى امراض التضخم Smuts للذرة الشامية ، القمح ، النخيل وغيرها كذلك امراض الاصداء Rusts للقمح ، الفول وغيرها .

تضم الفطريات المتباينه والتي تكون حامل بازيدى مقسم او عميق التجزؤ او قد يكون جرثومة ساكنة سمكة الجدار وهى الجرثومة التليبية Teliospore تنبت لتعطى انبوبة قصيرة تتولد عليها جراثيم بازيدية والتي غالبا ما تتبرعم ، يتبع تحت طائفة التيلوميسيتدى رتبتان كبيرتان وهما :

1- رتبة اليورينيديات

Order : Uredinales

2- رتبة اليستيلاجونيات

Order: Ustilaginales

واللتان سوف نعرض لهما فالرتبة الاولى هى المسببة لامراض الاصداء Rusts

اما الثانية وهى مسببة لامراض التخم Smuts في كثير من النباتات الراقية كما ذكرنا.

### وتبة اليوريدنيالات

#### Order Uredinales

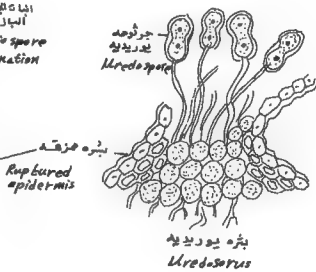
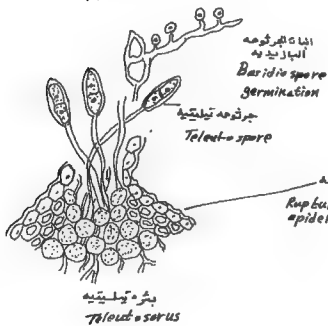
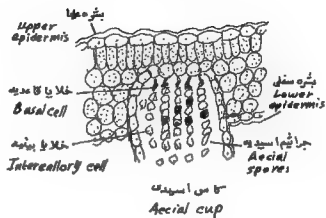
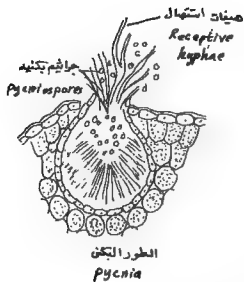
تشمل قرابة 6000 نوع من الفطريات تسمى مسببات امراض الاصداء Rusts ، وهى متطفلة اجباريا بالرغم من انه امكن اخيرا تنميتها على بيئات مغذية صناعية ، بعضها يكون نوعا واحدا من الجراثيم الثنائية النواه ( تيليتيه ) فتسمى اصداء قصيره ( ناقصة ) النورة والبعض الاخر ينتج اكثر من نوع من الجراثيم ثنائية النواه فتسمى اصداء طويلة ( كاملة ) النورة . كذلك بعضها يحتاج إلى عائل واحد لاتمام دورة حياته فيعرف بصداء احادى العائل بينما اذا احتاج إلى نباتين مختلفين تماما سمي بصداء ثنائى العائل وتسمى هذه الظاهرة بتباين العوائل .

يكون افراد هذه المجموعة نوعين من الفزل الفطرى احدهما احادى النواه والاخر ثنائى النواه الا انها احاديا الكروموسوم - ينتج الاول من انبات الجراثيم البازيدية ويستمر حتى تكوين الجراثيم الاسيدية Aeciopores التى تنبت وتغلى غزلا فطريا ثنائى النواه والذى يستمر حتى نهاية عمر الطفيل والروابط الكلابية قليلة الحدوث . اغلب افراد هذه الرتبة متخصصة التطفل على نوع واحد من النباتات والبعض الاخر على اكثر من نوع واحد .

يتبع هذه الرتبة ثلاثة فصائل اهمها الفصيلة الباكسينيه -Family: Puccinia- ceae وتشمل 13 جنسا تكون جراثيم تليتيه معنقه عادة تتكون من خلية واحدة او اكثر ذات جدر بنية محمرة سمكة لمساء من اهم اجناسها الباكسينيا *Puccinia* وينتمى اليها فطر باكسينيا جرامينيس *Puccinia graminis* وهو فطر ذو عائلين الاول نبات القمح حيث يسبب له مرض هذا الساق الاسود Black stem rust والثاني هو نبات البربريس *Berberis*.

دورة حياة فطر الباكسينيا جرامينيس

تمر بدورة حياة الفطر بخمس مراحل ( شكل 44 ) وهى:



شكل ( 44 ) : جنس باکسینیا .  
Puccinia

- 1- الطور البكنى Pycnial stage الذى يحتوى على الخلايا الذكرية -Pyci-Receptive , nosopors ,Spermatia والخلايا الانثوية ، الخيوط المستقبلية hyphae
- 2- الطور الاسيدى Aceial stage يحتوى على الجراثيم الاسيدية Aeciospores
- 3- الطور اليوريدي Uredial stage ويحمل الجراثيم اليوريدية - Urediospores
- 4- الطور التيليتي Telial stage ويحمل الجراثيم التيليتية Teliospores .
- 5- الطور البازيدى Basidial stage ويحمل الجراثيم البازيدية Basidiospores

فتبدأ الدورة بانتقال الجراثيم البازيدية Basidiospores والتي تحمل بواسطة الرياح حتي تسقط علي اوراق نبات البربريس ، فتعطي انبوية انبات تخترق جدار خلية البشرة فتتمو ثم تنفرع الي هيفات عديدة تنتشر خلال خلايا الميزوفيل Mesophyll والفزل الفطري في هذه الحالة يتميز بخلايا وحيدة النواة . وبعد اربعة ايام ينتج الميسيليوم ( الفزل الفطري ) البكنيدات Pycnidia وهي اجسام قارورية الشكل تظهر علي السطح الخارجي لورقة البربريس ولها فتحة وتخرج من جوانب البكنيدات هيفات طويلة رقيقة تسمى هيفات مستقبلية وتختلط معها هيفات اخري تتقطع اطرافها لتعطي الجراثيم البكنية Pycinospores كماحتوي البكنيدةعلي خيوط عقيمة Paraphyses وتتجمع الجراثيم البكنية في سائل رحيقي عند فتحة البكنيده يجذب الحشرات والتي تنقل الجراثيم البكنية من بكنيده الي اخري .

وهناك نوعان من الجراثيم البكنية : جراثيم بكنية هوجبة تنشأ من بكنيدات موجبة وتنتج من ميسيليوم موجب ، وجراثيم سالبة تنشأ من بكنيدات سالبة وميسيليوم سالب وتلتحم جرثومة بكنية من النوع الموجب مثلا مع هيفا مستقلة من النوع السالب او العكس .لايحدث ابدا الاتحام جرثومة وهيفا من نفس النوع . وينتج عن الاتحام هيفات ثنائية

النواة ، تنمو وتتفرع داخل نسيج ورقة البربريس ثم يتجمع الميسيليوم ثنائي النواة علي السطح السفلي للورقة ليكون الكاس الاسيدي Aecial cup ويتكون الكاس الاسيدي من جدار هو عبارة عن هيفات منضغطة ، ويملا تجويفه هيفات عديدة وتتقطع هذه الهيفات من اطرافها لتعطي الجراثيم الاسيدية Aeciospores ثم تنفصل هذه الجراثيم عن بعضها وتحمل بواسطة الرياح حتي تستقر علي اوراق نبات القمح فتتثبت لتعطي هيفات تخترق الثغور ، وتنتشر الميسيليوم في الفراغات البينية وهذا الميسيليوم مقسم نو خلايا ثنائية النواة .

بعد عدة ايام من الاصابه يبدأ الغزل الفطري في تكوين تجمعات لجراثيم وحيدة الخلية صفراء اللون خشنة الملمس تسمى بالجراثيم اليوريدية Uredospores وهذه تضغط علي البشرة فتمزقها وتبرز الجراثيم في مجموعات كبيرة خارج الورقة ، بذلك تظهر علي الورقة بثرات مستطيلة لونها اصفر تسمى بالبثرات اليوريدية Uredosorus وتنتشر الجراثيم اليوريدية بواسطة الهواء وتسقط علي اوراق اخري مسببه ظهور اجيال اخري من الطور اليوريدي ويلاحظ ان الجراثيم اليوريدية يمكنها ان تصيب اوراق القمح الخضراء ويبدأ ظهور الطور التيليتي عند اصفرار اوراق القمح فتبرز الجراثيم التيليتية Teleutospores من الغزل الفطري في الورقة المصابه علي شكل تجمعات تسمى البثرة التيليتية Teleutosorus وهي بثرات سوداء والجرثومة التيليتية تتكون من خليتين كل منهما ذات نواتين وجدار سميك ولكنة ناعم الملمس والجرثومة التيليتية ليست لها القدرة علي اصابة القمح او البربريس بل تسقط في التربة وتظل ساكنة خلال فصل الشتاء وقبل سقوطها تتحد النواتان داخل كل خلية لتكون نواة واحدة ثنائية الكروموسوم .

في الربيع تبدأ في الانبات وتنقسم النواة مرتين اولهما اختزالي والثاني انقسام غير مباشر ، لتنتج اربع نوايات ثم تثبت كل خلية لتعطي انبويه انبات طويلة تسمى بازيده تترتب داخلها الاربع نوايات وتترسب جدر فاصلة تقسم البازيده الي اربع خلايا ، وتخرج من كل خلية ذئيب صغير ينتفح طرفه ليستقبل النواة الموجوده في الخلية ثم ينفصل الطرف المنتفخ ليكون الجرثومة البازيدية وبذلك تتكون اربع جراثيم خارج البازيده المقسمة وتنتشر الجراثيم البازيدية بواسطة الهواء الي ان تصل الي اوراق نبات البربريس لتبدأ

## دورة حياة الفطر .. رتبة اليستيلاجينيات

### Order: Ustilaginales

تشمل هذه الرتبة قرابة 600 نوع من الفطريات والتي لها القدرة علي التطفل علي كثير من النباتات الوعائية مسببه مجموعه من امراض التفحيمات Sumuts. تتميز هذه المجموعه بتكوين جراثيم كلاميدية (تيليتية) سميكة الجدر نوعا ، لونها بني او اسود تنبت لتعطي حاملا بازيدي مقسما يحمل جراثيم بازيديه- يطلق عليها ايضا لفظ سبوريديا Sporidia- جالسة غالبا وتنبت بالتبرعم . وعند انبات الجراثيم البازيدية تعطي غزلا فطريا احادي المجموعه الصبغية تتحد خلاياه وخلايا غزل فطري اخر لتنتج خلايا ثنائية المجموعه الصبغية عن طريق الروابط الكلالية .

يتبع هذه الرتبة ثلاث فصائل هي

#### 1. الفصيلة اليستيلاجينيه

### Family: Ustilaginaceae

#### 2. الفصيلة التيليتيه

### Family: Tilletiaceae

#### 3. الفصيلة الجرافيليه

### Family : Graphiolaceae

#### الفصيلة اليوستيلاجينيه

### Family : Ustilaginaceae

تتميز افراد هذه الفصيلة بان جراثيمها التيليتية تعطي بازيديم مقسما الي اربع خلايا ، وجراثيمها البازيدية تتبرعم مكونة عددا من الجراثيم الاسبوريدية، بعض اجناس هذه الفصيلة لا تكون جراثيم بازيدية بل تتكون بدلا منها هيفات عادية .  
تشمل هذه الفصيلة عدة اجناس اهمها يوستلاجو *Ustilago* .

سفيلوسيكاس *Sphacelotheca* وتيلوسبوريم *Tolyposporium* وتعتبر افراد هذه الفصيلة طفيليات هامة اقتصاديا حيث تتسبب في الاصابة بامراض التفحم مثل مرض التفحم العادي في الذرة Common smut ويتسبب بواسطة فطر يوستلاجو مايدس *Ustilago maydis*، مرض التفحم السائب في القمح Loose smut ويتسبب بفطر يوستلاجو تريتيكاي *Ustilago tritici* ومرض تفحم الحبوب في الذرة الرفيعة Kern smut بواسطة فطر سفيلوسيكاس سورجاي *Sphacelotheca sorghi* كذلك مرض التفحم الطويل في الذرة الرفيعة Long smut بفطر تيلوسبوريم اهرينرجي *Tolyposporium ehrenbergii*.

**الفصيلة التيلياتيتيه**

Family : Tilletiaceae

تكون افرادها بازيديم غير مقسم يحمل علي قمته 4-50 جراثيم بازيدية (sporidia) كذلك تتكون جراثيمها الكلاميدية (تيليتيه) من قم هيفات او افرع قصيرة او خلايا وسطية نتيجة اتحاد نوايتها احاديته المجموعه الصبغية ثم افراز جدار سميك قاتم اللون قد تتكون هذه الجراثيم مفردة او متجمعة.

يعتبر جنس تيليتيا *Tilletia* من اهم افراد هذه الفصيلة حيث تسبب انواعا تنتمي اليه وهي تيليتيا كارييس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا *Tilletia foetida* في الاصابة بمرض التفحم النتن (المغطي) في القمح Bunt (covered) smut دور حياة فطر تيليتيا كارييس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا *Tilletia foetida*

يعتبر كل من فطر تيليتيا كارييس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا *Tilletia foetida* من اهم الفطريات المسببة لمرض التفحم النتن (المغطي) في القمح ، حيث يعتبر هذا المرض من اكثر امراض القمح شيوعا في العالم . هذا ويمكن التمييز بين هذين النوعين من الفطريات وذلك من شكل الجراثيم الكلاميدية حيث انه يوجد علي سطح جراثيم الفطر الاول نقر دقيقة . اما جراثيم الفطر الثاني فهي ملساء - الجراثيم الكلاميدية لكل منهما تنبت بعد اندماج نواتيهاا وتعطى

حاملًا بازيدى غير مقسم يحمل على قمته 8-16 جرثومة بازيدية خيطية احادية المجموعة الصيفية يتحد كل زوج منها فى مكانه ويأخذان شكل حرف H ( شكل 45) والذي يصبح ثنائى المجموعة الصيفية ثم تتحد نواتة وينبت ويعطى جراثيم ثانوية منجلية الشكل شفافة ثنائية الكروموسومات تعطى فيما بعد غزلا فطريا ثنائى المجموعة الصيفية .

تظهر اعراض هذا المرض على السنابل فقط ، كما يقل نمو النباتات والسنابل المصابة اقل سمكا واكثر تفتحا من السنابل السليمة كما انها اذن منها لونا والحبوب المصابة عبارة عن اكياس مملوه بمسحوق اسود وذات رائحة ننته مميزة ( الشكل 45). يعيش هذا الفطر فى التربة او على سطح الحبوب لعدة سنوات على هيئة جراثيم كلاميدية تثبت فى الظروف الملائمة وتعطى جراثيم بازيدية ثم جراثيم ثانوية وتصيب البادرات .

#### الفصيلة الجرافيلية

Family : Graphiolaceae

تتطفل اغلب افراد هذه الفصيلة على بعض انواع النخيل وتتميز افرادها بان جراثيمها التيليتيه تثبت مباشرة بدون تكوين حامل بازيدي وتعطى كل جرثومة اربع جراثيم بازيدية سميكة الجدار كذلك تتكون الجراثيم الكلاميدية فى صفوف راسيه داخل بثرات متخصصة يبلغ قطرها 0.5 - 2.0 مم

من اهم اجناس هذه الفصيلة جنس جرافيولا *Graphiola* والذي ينتمي اليه جرافيولا فونيكس *Graphiola phoenicis* وهو المسبب لمرض تقحم النخيل Smut of palm tree

#### نحت طائفة هولوبزيديوميسيتيدي

Subclass : Holobasidiomycetidae

ارقي الانواع الفطرية وتكون افرادها بازيديم غير مقسم اسطوانى الشكل داخل جسم شبه ثمرى مبطن بطبقة تعرف بالطبقة الخصيبية Hymenium layer تحمل هذه





حبّة قمح ملوّه بالجراثيم  
Smutted wheat  
Kernel Full of  
teliospore



جراثيم بازديه  
على شكل حرف H  
Basidiospore  
H shaped



سنبلة مصابة  
Smutted wheat  
head



حبوب مصابه  
Smutted  
grains



سنبلة سليمة  
Healthy wheat head

شكل (45) : مرض التغمم النتن (المغطى) في القمح .  
Bunt ( covered) smut disease of wheat .

الحوامل الجراثيم البازيدية علي قمة نتؤات او ذنبات Sterigmata تثبت الجراثيم البازيدية مباشرة بدون تبرعم كما تمتاز بوضوح حدوث الروابط الكلالية . والقليل منها يكون حوامل بازيدية مكشوفة علي طبقة خصلية رقيقة .

معظمها فطريات رمية في التربة الرطبة الغنية بالمواد الغذائية بينما البعض الاخر فطريات متطفلة وتسبب الاصابة بامراض عفن الجذور Root rot وتقرحات الساق Stem canker

لعدد كبير من افرادها قيمة غذائية هامة كما يستغله البعض استغلال تجاريا جيدا وان كان لبعض افرادها تأثير سام للانسان والحيوانات .

تحت طائفة الهولوبزيدوميسيتدي هذه تتبعها مجموعة من الرتب سوف نتناول منها رتبة الاجريكالات Order: Agaricales.

### رتبة الاجريكالات

Order :Agaricales

في رتبة الاجريكالات تنضج الطبقة الخصلية وتعرض للجو نتيجة تفتح الثمرة البازيدية قبل نضج الجراثيم البازيدية .

تنتمي الي هذه الرتبة الفصيلة الاجركاسية Family Agaricaceae ذات الاهمية الاقتصادية الهامة .

### الفصيلة الاجريكاسية

Family : Agaricaceae

تحتوي هذه الفصيلة علي الفطريات المعروفة باسم المشروم او عيش الغراب او اجاركس Agaricus ويعتبر هذا الفطر ذا قيمة غذائية للانسان بينما يعتبر بعض انواعه من الفطريات السامة جدا .

والاجاركس فطر رمي يعيش في التربة الغنية بالمواد العضوية ويتكون من خيوط

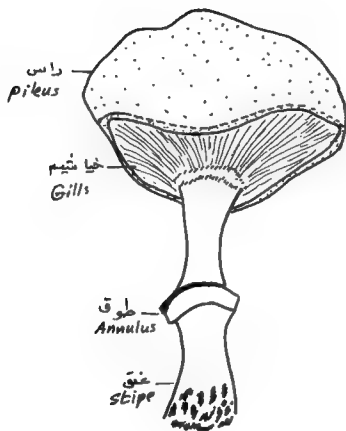
قطريه مقسمه ومتفرعه تنتشر في التربة لتحصل علي غذائها العضوي وفي وقت التكاثر يظهر الحامل الجرثومي علي سطح التربة ويكون شكله في بادئ الامر مستديرا او كمثري الشكل . وعندما يكتمل تكوينه يأخذ شكل مظله ذات راس عريض Pileus وعنق Stipe ويحمل الرأس علي سطحه السفلي صفائح عديدة ورقية تصل بين العنق وحافة الرأس تسمي الخياشيم Gills والخياشيم تكون في مراحلها الاولى مقطاء بنقاب Velum يصل مابين حافة الرأس الي الجزء العلوي من العنق ويتمزق عند النضج فتعرض الخياشيم للجو الخارجي وتظل بقايا النقاب عالقة بالعنق مكونة مايسمي بالحلقه او الطوق Annulus ( شكل 46 ) .

عند دراسة قطاع عمودي في الخيشومه ( شكل 47 ) يتبين انها تتكون من منطقة وسطية تسمي التراما Trama وهي تتكون من هيفات متشابكة تقوس الي الخارج لتنتهي بطبقة تسمي تحت الخصيبه Sub Hymenium ويليها الطبقة الخصيبه تتكون من خلايا صولجانية الشكل تسمى البازيدات Basidia ويبرز من قمة كل بازيده اربعة نقات او ذنبيات Sterigmata يحمل كل منها جرثومة بازيدية كروية او بيضاوية الشكل وتختلط البازيدات في الطبقة الخصيبه مكونة خلايا تشبهها غير انها لا تحمل جراثيم بازيدية وهذه تسمي بالشعيرات العقيمه وعندما تنضج الجراثيم البازيدية تنفصل من الخياشيم فاذا سقطت في تربة مناسبة تنمو لتعطي غزلا فطريا جديدا .

## طائفة الفطريات الناقصة

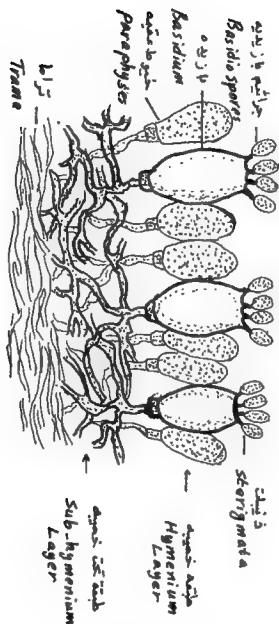
Class: Deuteromycetes ( Fungi imperfect )

تعرف هذه الفطريات بالفطريات الناقصة وذلك لعدم وجود الدوره الجنسيه بها ولكن يتم التكاثر فقط لاجنسيا بل بانتاج الجراثيم الكونيدية علي تراكيب مختلفه . تحوي هذه الطائفة مجموعه كبيره من الاجناس والانواع الفطرية المترمه غير ان بعض انواعها يسبب فساد اللحوم حتي عند درجات الحراره المنخفضة والبعض الاخر



شكل (46) : جنس عيش الغراب .

*Agaricus*



شكل (47) : قطاع طولى فى خيشومة فطر عيش الغراب .

L.s. Agaricus gills

متطفل وتحدث امراضا للانسان مثل مرض الـ Geotrichosis الذي يصيب الجهاز التنفسي والجلد والبعض الاخر يحدث امراض لكثير من النباتات الاقتصادية مثل امراض اللبحة ، تبقع ثمار البسلة Blight and pod spot ومرض انثراكوز الفاصوليا Bean anthracnose وغيرها .

هذا وقد ثبت مؤخرا مقدرة عدد كبير من انواع فطريه تنتمي الي هذه الطائفة علي افراز انواع مختلفة من السموم الفطرية Mycotoxins ذات التأثير الضار علي صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات .

وتتميز افراد هذه الطائفة بانها ذات غزل فطري يتكون من مجموعة من الخيوط الفطرية المقسمة لامعة او ملونة .

#### تصنيف طائفة الفطريات الناقصة

تصنف افراد هذه الطائفة حسب تركيب اجسامها الثمريه الخضرية (شكل 48) الي ثلاث رتب وهي :

#### 1. رتبة السفيرياسيدلات

##### Order : Sphaeropsidales

حيث تتكون جراثيمها الكونيدية داخل اوعية خاصة تعرف بالوعية البكنيدية Pycnidia .

#### 2. رتبة الملائكونلات

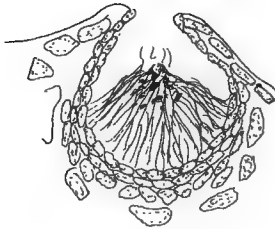
##### Order : Melanconiales

تتكون الجراثيم الكونيدية حرة داخل تركيب شبه الوساده او شكل الطبق ، تتكون من جسم الفطر وتسمى اسيرفيولاس Acervulus .

#### 3. رتبة المونيليات

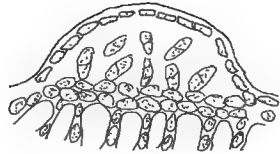
##### Order : Moniliales

تتكون الجراثيم حرة علي حوامل كونيدية مختلفة بسيطة او متفرعة او في حزم Cynnema او علي سطح تركيب يشبه المخده من الحوامل الجرثومية المتجمعة تعرف باسم الحشوة Sporodochium .



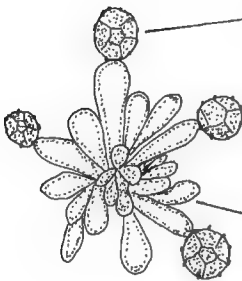
وعاء بكنيدي

*Pycnidium*



أسيرفولس

*Acervulus*



المحشوء

*Sporodochium*

كونيديات  
*Conidia*

خواصص كونيديه  
*Conidiophores*



حزق من خواصص كونيديه

*Syzygium*

شكل (48) : انواع الاجسام الثمرية في الفطريات الناقصة .

Types of fruity bodies in deuteromycetes

هذا وتتاول هذه الرتبة فيما يلي  
رتبة السفيروباسيديات

#### Order : Sphaeropsidales

تتميز بتكوين جراثيمها الكونيدية داخل وعاء بكنيدي Pycnidia يختلف شكله من الكروي الي القرصي .

تحتوي هذه الرتبة علي عدد من الفصائل اهمها الفصيلة السفيروباسيديه -Fami ly Sphaeropsidaceae وهي ذات اوعية بكنيدية سوداء اللون جلدية لها غالبا فتحة دائرية اغلبها رمية من اجناسها الفوما *Phoma* وبترويدبليودا *Botryodiplodia* (شكل 49) .

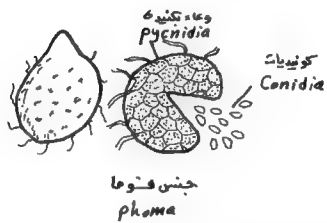
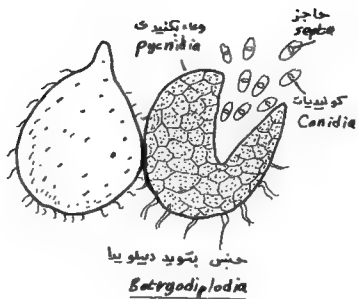
تسبب افراد هذه الفصيلة كثيرا من الامراض الفطرية للنباتات الوعائية مثل مرض لفحة وتبقع ثمار البسلة Bligh and pod spot حيث يصيب المجموع الخضري للنبات فتظهر على هيئه بقع غير منتظمة بنية الشكل على الاوراق وتسبب اصابة الثمار بظهور بقع مستديرة بها نقط سوداء في حجم الدبوس وهي عبارة عن الاوعية البكنيدية كما يتطفل بعض انواعها على نباتات العنب والقمح ومسببا لها مرض التبقع الورقي .  
رتبة الملائكونيات

#### Order: Melanconiales

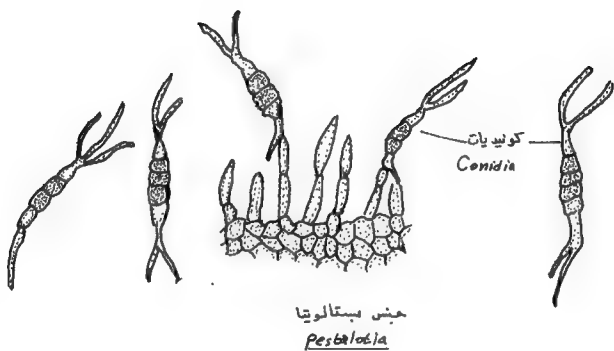
ان افراد هذه الرتبة كما ذكرنا تكون جراثيمها الحرة داخل تراكيب وسادية طبقية الشكل تعرف بـ Acervulus

تشمل على فصيلة واحدة وهي الملائكونيلية Family : Melancoiaceae التي تحتوى على عدد الاجناس اهمها جنس بستالوتيا *Pestalotia* (شكل 50) . حيث تظهر المستعمرة داكنة اللون والفطر يكون الاجسام الطبقيه الشكل Acervulus وتحمل بداخله حوامل كونيدية صغيرة والكونيديات مغزلية تتكون كل منها من 3-4 خلايا والخلايا الطرفية شفافة تخرج منها زوائد مقترعة غالبا . بعض انواع هذه الفصيلة متطفل على ساق ، اوراق وثمار بعض النباتات مثل





شكل ( 49 ) : جنس الفوما و جنس البترويدبلاويديا .  
*Phoma* and *Botryodiplodia*



شکل (50) : جنس پستالوتيا.  
*Pestalotia*

العنب ، والطماطم ، الباذنجان ، الفاصوليا ، القرعيات وخاصة البطيخ حيث يسبب احد انواعها ما يسي بمرض انثراكنوز Anthracnose البطيخ .

كما يتسبب بعض افرادها فى الاصابة بمرض التبقع الورقى للقرعيات الذى يصيب جميع الاجزاء النباتية أعلى سطح التربة حيث تظهر بقع داكنه اللون بنيه على الساق والاوراق او الثمار فتظهر عليها بقع مستديرة بنية اللون تتعمق إلى الداخل فتظهر مع البنور مسببة ندبات صغيرة سواء عليها .

### رتبة المونيليات

#### Order : Moniliales

ان هذه الرتبة كما ذكرنا سابقا تكون جراثيمها الكونيدية الحرة على حوامل كونيدية مختلفة مقرده بسيطة او متفرعة او فى حزم Cynema او على شكل وساده تشبه المخده من حوامل جرثومية متجمعة Sporodochium ، كما ان جراثيمها الكونيدية فى اغلب الحالات ملونه .

وتعد هذه الرتبة من اكبر رتب الفطريات الناقصة فيتبعها اكثر من 75 جنسا و اكثر من 10.000 نوع ومعظمها مترمة ومتطفلة على كثير من النباتات الوعائية .

تصنف الفطريات المنتمية إلى رتبة المونيليات وفقا لطبيعة ولون الحوامل والجراثيم الكونيدية إلى اربع فصائل هى :

#### 1- الفصيلة المونيلية

#### Family : Moniliaceae

وتمتاز بان الحوامل بها بسيطة او متفرعة وكل من هذه الحوامل بالاضافة إلى الجراثيم الكونيدية تكون شفافة Hyaline.

#### 2- الفصيلة الليماتسية

#### Family : Dematiaceae

فى هذه الفصيلة كل الحوامل الكونيدية والجراثيم الكونيدية تكون داكنه اللون

Dark

### 3-الفصيلة التيراكيرييه

Family :Tuberculariaceae

وفيها تكون الحوامل الكونيديه وساده جرثوميه تعرف ب Sporodochium

### 4-الفصيلة الاستلبسيه

Family : Stilbaceae

في افراد هذه الفصيلة تتجمع الحوامل الكونيديه فى حزم تسمى Cynnema ونعرض بايجاز لهذه الفصائل الفطرية المختلفة فما يلى :  
الفصيلة الهونياليه

Family : Moniliaceae

تشمل عددا كبيرا من الاجناس والانواع الفطرية المختلفة ذات حوامل كونيديه بسيطة او متفرعه وكل هذه الحوامل الكونيديه والجراثيم الكونيديه شفاهه Hyaline و نعرض فيما يلى وصفا للتراكيب الجسدية لعدد من اجناسها  
1- جنس باسلومييسيس

*Paecilomyces*

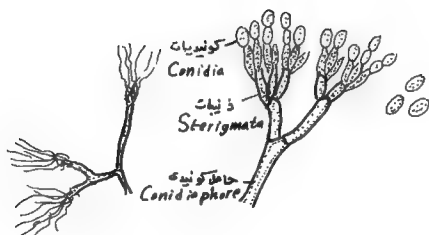
يشبه البنسيليوم غير ان الذنبات تنفرج وقمتها حاده وقد تختزل الذنبات إلى ذنيب واحد على الحامل الكونيدى (شكل 51).  
2-جنس جلوكلاديم

*Gliocladium*

يشبه البنسيليوم الا ان الكونيديات تحاط بمادة هلامية ومنه نوع ذو لون وردي ونوع اخر ابيض مخضر (شكل 52) .  
3- جنس سكوبيلاريوبسيس

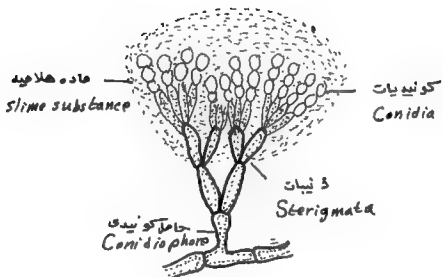
*Scopulariopsis*

نو غزل فطرى بنى مصفر وحوامله الكونيديه قصيره وجدار الكونيدة مغط وخشن (شكل 53)



شکل (51) : جنس پامیلیومیسیس .

*Paecilomyces*



شکل (52) : جنس جلوکلائیوم .  
*Gliocladium*



شکل (53) : جنس سکولاریوپسیس .  
*Scopulariopsis*

#### 4-جنس ترايكوثيسيم

##### *Trichothecium*

وهو ذو حامل كونيدي قائم ومقسم وغير متفرع، الكونيديات فى مجاميع طرفيه ذات خليتين فاتحة اللون (شكل 54).

#### 5- جنس ترايتراكيم

##### *Tritirachium*

تترتب الزنبقيات فى هذا الجنس فى وضع سورائى او متقابل اطرافها متعرجة والكونيديات بيضاوية (شكل 55).

#### 6- جنس ارثوبوتريس

##### *Arthobotrys*

الفطر سريع النمو الحوامل الكونيديه طويله وتخرج الكونيديات فريديه على بروزات عند مناطق مختلفه على الحامل الكونيدى والكونيدة تتكون من خليتين والخلية العليا اكبر من السفلي (شكل 56).  
الفصيلة الديمياتسيه

##### Family : Dematiaceae

ذات غزل فطرى وجراشيم كونيديه داكنة اللون Dark تحتوى على مجموعة كبيره من الاجناس الفطريه ونعرض التراكيب التالوسيه لعدد منها وهى :  
1- جنس ستاكيوبوتريس

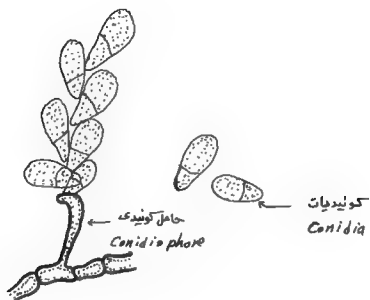
##### *Stachybotrys*

لون المستعمره اسود والحوامل الكونيديه تحمل مجموعة من الزنبقيات منتفخة من اعلى وذات بروز والكونيديات فريديه ملساء اهليقة الشكل سوداء اللون وغالبا يوجد بها نقطتان زيتيتان ( شكل 57).

#### 2- جنس ممنونيلا

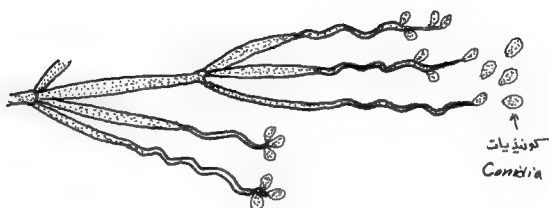
##### *Memnoniella*





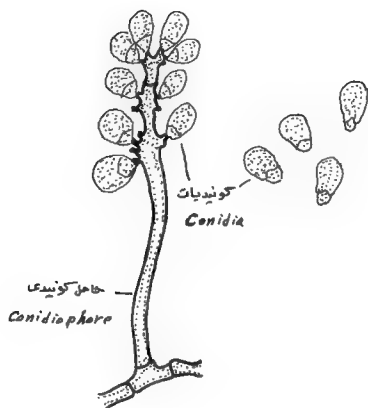
شکل ( 54 ) : جنس ترایکو ٹیسیم .

*Trichothecium*

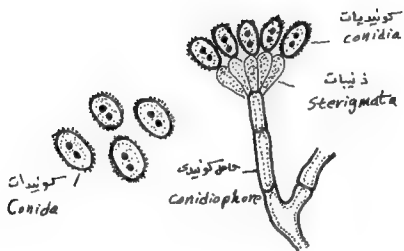


شکل (55) : جنس تراپترکیم .

*Tritirachium*



شکل (56) : جنس ارثروپتريس .  
*Arthrobotrys*



شکل (57) : جنس استاکیبوتریس .  
*Stachybotrys*

المستعمرات قطيفية سوداء والحوامل الكونيدية ملساء إلى خشنة والذنبات في مجموعات صولجانية الشكل والكونيديات في سلاسل ذات شكل مستدير سوداء اللون خشنة ( شكل 58).

3- جنس توريولا

### *Torula*

هو احد الاجناس المحبة للحرارة ذو غزل فطري زاحف متفرع وداكن اللون الحوامل الكونيدية قصيره وتنتهي بسلاسل طويله من الكونيديات والكونيديات مستديرة سوداء (الشكل 59)

4- جنس هيميوكولا

### *Humicola*

المستعمرات رمادية او بنية إلى سوداء اللون والفزل الفطري سطحي وينفخ جزء منها في الوسط الغذائي والكونيديات فريدة مستديرة إلى بيضاوية الشكل بنية اللون ملساء الملص ( شكل 60) .

5 - جنس الكيورفيولاريا

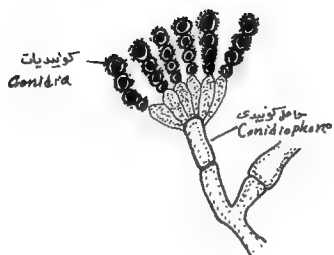
### *Curvularia*

مستعمرات رمادية أو سوداء ، الحوامل الكونيدية غالبا متعرجة ملساء ، الكونيديات فردية منحنية غالبا ذات ثلاثة حواجز عرضيه وبنها داكن ، احيانا الخلايا الطرفية فاتحة اللون والكونيديات ملساء إلى خشنة ( شكل 61)

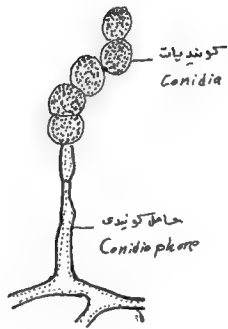
6- جنس الديرشسليرا

### *Drechslera*

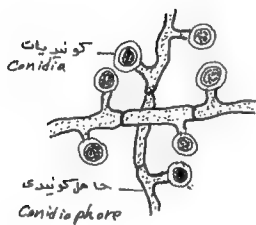
المستعمرات رمادية إلى سوداء والحوامل الكونيدية متعرجة غير متفرعة بنية اللون وملساء والكونيديات فريدة مستقيمة او منحنية داكنة اللون ملساء بها اكثر من ثلاثة حواجز عرضية داكنة اللون (شكل 62)



شکل (58) : جنس ممنونیللا .  
*Memnoniella*

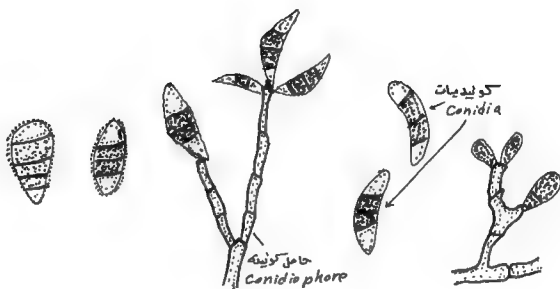


شکل ( 59 ) : جنس توریلا .  
*Torula*

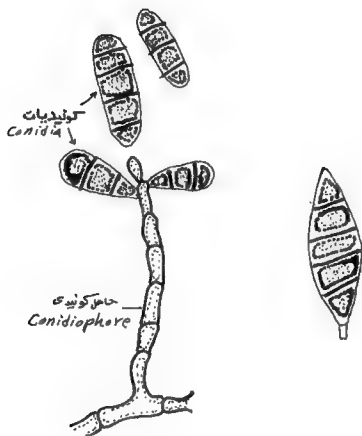


شکل (60) : جنس هیمیکولا.  
*Humicola*





شکل (61) : جنس کیروفیولاریا.  
*Curvularia*



شکل ( 62 ) : جنس دیرشمایرا .  
*Drechslera*

## 7- جنس الترناريا

### *Alternaria*

المستعمرات رمادية او ذات لون بني مسود او اسود ، الحوامل الكونيدية تتفرع تفرعات غير منتظمة والكونيديات في سلاسل صولاجانية الشكل تقريبا لمساء او خشنة لها حواجز عرضية او مائلة كذلك حواجز طوليه ( شكل 63).

تتطفل افرادها على كثير من النباتات الوعائية كالطماطم ، والبطاطس مسببه لها مرض اللفحة المبكرة للاوراق Early leaf blight كذلك مرض لفحة وتبقع اوراق الذرة حيث تظهر بقع مستطيلة غير منتظمة داكنه او بنيه اللون تجف فيما بعد متحولا لونها إلى الزيتوني مع وجود بقع بنيه منتشره بمركزها .  
الفصيلة التيبيركوليه

Family : Tuberculariaceae

ان الحوامل الكونيدية كما سبق وان ذكرنا تكون وساده جراثيميه تعرف Spor-  
odochium في افراد هذه الفصيلة ومن اهم اجناسها :

1- جنس فيوزاريوم

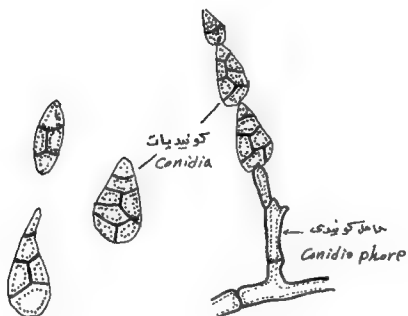
### *Fusarium*

المستعمرات بيضاء اللون قطنيه وينتج الفطر نوعين من الجراثيم الكونيدية (شكل 64).

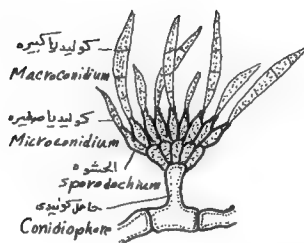
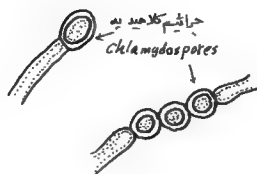
أ- كونيدات صغيرة Microconidia غير مقسمه او بها حاجز واحد .

ب- كونيدات كبيره Macroconidia مقسمه عبيدة الحواجز العرضيه ومختلفة الاشكال حسب الانواع المختلفه .

كما يكون الفطر جراثيم كلاميديه Chlamydospores طرفيه او بينيه كما ان بعض انواع جنس فيوزاريوم ذات لون مصفر وتنتج جراثيم كبيرة فقط تسبب انواعه المتطفلة امراضا للنباتات المصابة تعرف باسم مرض تساقط البادرات لكثير من النباتات الوعائية كالقطن والطماطم حيث تلون الاسطوانه الوعائيه وقاعدة الساق باللون البنى .



شكل ( 63 ) : جنس الترناريا.  
*Alternaria*



شکل (64): جنس فیوزاریوم .  
*Fusarium*

## 2- جنس ميرثيسيم

### *Myrothecium*

الوسادة الجرثومية جالسها مخضرة اللون تتحول إلى الاسود ولكن حواف المستعمرة تظل بيضاء . الكونيديات اسطوانية مستديرة الاطراف خضراء او سوداء (شكل 65) .

الفصيلة الاستلبيسيه

Family :Stilbaceae

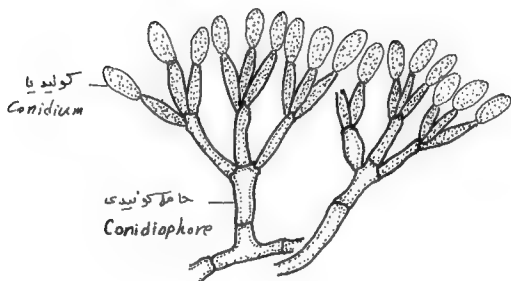
تتجمع في افرادها الحوامل الكونيدية في حزم تعرف Cynema ومن اهم اجناسها جنس الترايكوريس *Trichorus* حيث يمتاز بان الظفيرة الكونيدية قائمة اسطوانية الشكل داكنة اللون والكونيديات في سلاسل بيضاوية الشكل غالبا ذات الوان فاتحة وتوجد شعيرات داكنة اللون في المنطقة الخصيبية للفطر ( شكل 66) .

### طائفة الفطريات العقيمة

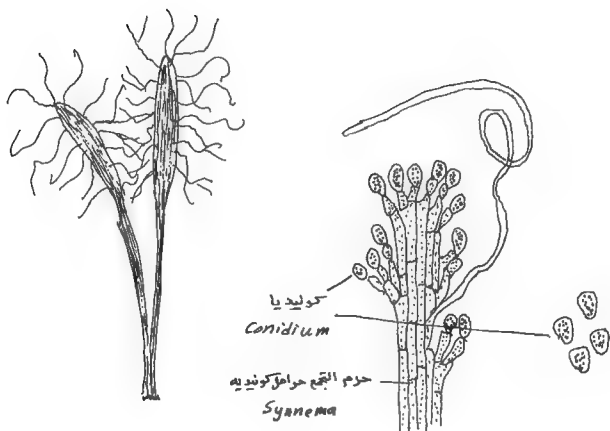
Class: Mycelia sterilia

تشمل مجموعه كبيرة من الفطريات ذات غزل فطري يتكون من مجموعة من الخيوط الفطرية المقسمة لا تحتوي على وحدات تكاثرية لاجنسيه ولم يكتشف بها حتى الان مراحل التكاثر الجنسي وانما تتكاثر خضرية عن طريق اجزاء من غزلها الفطري وبعضها يكون اجساما حجريه .

تعيش افراد هذه للطائفة مترممه على المواد العضويه المتحللة ومتطفلة على عدد من النباتات الزهرية حيث تتسبب في عدد من الامراض منها مرض العفن الابيض الذي يصيب البصل Onion white rot ، مرض الخناق Damping off ومرض عفن الجذور Root rot . تشمل هذه الطائفة رتبة واحده وهى رتبة الاجونوميستلات Order; Agonomycetales حيث لا تنتج افرادها اي نوع من انواع الوحدات التكاثرية وتحتوى فصيلة واحدة هى الفصيلة الاجونوميستيه Family Agonomycetaceae بها عدد من الاجناس الفطرية المتطفلة على النباتات الزهرية وتسبب مرض الخناق



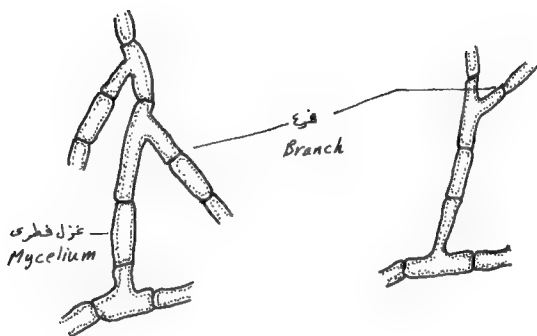
شکل (65) : جنس میرونیسیم .  
*Myrothecium*



شكل (66) : جنس ترايكوريس .  
*Trichorus*



Damping off مرض عفن الجذر Root rot والعفن الابيض White rot ومن هذه الاجناس جنس الريزوكونيا *Rhizoctonia* (شكل 67) ومن اهم انواعه ريزواكتونيا تليباريم *Rhizoctonia tuliparum* وجنس سكروشيوم *Sclerotium* ومن انواعه سكروشيوم سيفوريم *Sclerotium cepivorum* وت عزل هذه الفطريات من التربة فى مناطق عدة .



شكل ( 67 ) : جنس الريزوكتونيا.  
*Rhizoctonia*

## الانشطة الايضية الثانوية للفطريات Fungal Secondary Metabolism

تلعب الفطريات دورا بالغ الأهمية في تحضير وإنتاج كثير من الأحماض العضوية ، الإنزيمات والفيتامينات وكذلك إنتاج البروتينات ، الدهون ، المضادات الحيوية والهرمونات ، وعلى العموم فإن الكائنات المستخدمة في مثل هذه الصناعات لا بد من امتلاكها للصفات التالية :

- 1- القدرة على النمو السريع في بيئة غذائية عضوية مناسبة ويسهل تنميتها في كميات كبيرة .
  - 2- القدرة على حفظ الثبات الفسيولوجي وإفراز الإنزيمات المطلوبة بكفاءة عالية لأحداث التفاعلات المطلوبة .
  - 3- القدرة على تنفيذ التحولات المطلوبة بأبسط التحورات في الظروف البيئية وأن تكون التفاعلات لا تحتاج كميات كبيرة من الطاقة .
- إنتاج الأحماض العضوية

### Organic acid production

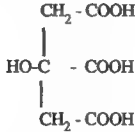
للـفـطـريـات القدرة على إنتاج مجموعة كبيرة من الأحماض العضوية المعروفة عمليا ، وهناك مجموعتان أساسيتان من الفطريات تنتج الأحماض العضوية وهي :

- 1- الفطريات التزاجية Zygomycetes ومن أمثلتها :  
فطر عفن الخبز *Rhizopus* حيث تتميز أجناس هذه المجموعة بإنتاج حامض الفيوماريك Fumaric acid
- 2- الفطريات الزقية Ascomycetes ومن أمثلتها الأسبرجيليس *Aspergillus* وفطر البنسيليوم *Penicillium* وتتميز أجناس هذه المجموعة بمقدرتها على إنتاج حامض الستريك Citric acid وحامض جليكونيك Gluconic acid وحامض أكسال استيك Oxaloacetic acid

## انتاج حامض الستريك

### Citric acid fermentation

وصيفته الجزيئية  $C_6H_8O_7$  , بينما الصيغة التركيبية لحامض الستريك هي :



عزل حامض الستريك لأول مرة سنة 1784م بواسطة العالم شيلي Scheele وذلك من ثمار الليمون . ثم تمكن العالم وهمير Whemer سنة 1893م من استخلاص الحامض من مزعة فطر سترومييسيس *Citromyces* والذي أصبح يعرف الآن بفطر البنسيليوم *Penicillium* . ثم امكن انتاجه بواسطة عالم امريكي يدعى كيرى Cur- سنة 1917م وذلك بالتخمير الفطري بواسطة اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* وحامض الستريك ذو الصيغة الجزيئية  $C_6H_8O_7$  يوجد طبيعيا بالاضافة إلى ثمار الليمون كمكون رئيسي في عصير الموالح ، الكمثرى ، الخوخ ، الاناناس والتين .  
واهم الاعتبارات في انتاج حامض الستريك بواسطة الفطريات هي :

#### 1- نوع الفطر

ينتج حامض الستريك بواسطة عدد كبير من الفطريات تنتمي إلى اجناس الاسبرجيلس *Aspergillus* والبنسيليوم *Penicillium* الا انه ثبت ان لفطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* كفاءة عالية على الانتاج .

#### 2- السكريات

يخمّر الفطر انواعا عديدة من السكريات واقصى انتاج امكن الحصول عليه كان عند استخدام السكروز ، الفركتوز ولانتاج على نطاق واسع وجد ان السكروز والجلوكوز

افضل من المولاس والمالتوز بتركيز 14-20٪ . واذا لزم استخدام المولاس فانه يلزم تنقيته للتخلص من بعض العناصر الموجودة به .  
3-الإصلاح المعدني

يحتاج الفطر بالإضافة إلي الكربون والهيدروجين والاكسجين الموجود في الكربوهيدرات إلى عناصر أخرى مثل الفوسفور البوتاسيوم والمغنسيوم وتضاف هذه العناصر على صورة أملاح معدنية بنسبة حوالي 0.3٪ اما زيادتها عن هذه النسبة فيقلل من انتاج حامض الستريك وتزيد من انتاج حامض الاكزاليك كذلك يجب مراعاة عدم اضافة عناصر الموليبيداتيم ، النحاس ، الخارصين ، الكالسيوم فهي ذات تأثير مثبط على انتاج حامض الستريك .

هذا وقد وجد الباحث الأمريكي كيرى Currie سنة 1917م ان الوسط الغذائي ذا التركيب التالي يعد من افضل الاوساط الغذائية لانتاج حامض الستريك .

المادة	جرام/لتر
سكرز	Sucrose 150- 125
نترات الامونيوم	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 2.5 - 2.0
فوسفات بوتاسيوم احادي	$\text{KH}_2\text{PO}_4$ 1.0 - 0.75
كبريتات الماغنسيوم	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.25 - 0.20

هذا قد وجد ان اضافة كميات اكبر او اقل من هذه الكميات المقترحة يساعد على انتاج حامض الاكزاليك بينما يقل انتاج حامض الستريك .  
4-الاس الهيدروجيني PH

وجد ان انسب اس هيدروجيني للوسط الغذائي عند انتاج حامض الستريك يتراوح بين 3-4 بينما في البيئة المتعادلة يعمل الفطر لانتاج احماض الجلوكونيك والاكزاليك.  
5-المصدر النتروجيني

يفضل استخدام فوسفات الامونيوم بنسبة 5٪  
6- درجة الحرارة

يتم تنمية الفطر عند درجة حرارة 34°م في المرحلة الاولى لمدة ثلاثة ايام ثم  
تخفض درجة الحرارة الي 30°م وعموما تختلف درجة الحرارة باختلاف نوع الفطر وهي  
عموما تتراوح ما بين 25-35°م .  
7- التهوية

الفطريات كائنات هوائية اجباريا وبالتالي يتطلب انتاج حامض الستريك درجة  
معينة من التهوية اذا زادت او قلت عنها فانه يقل معدل انتاج الحامض كما يجب ان تراعي  
النسبة بين سطح السائل وحجمه فيزيد التخمير كلما قل عمق الوسط الغذائي .  
8- مدة التخمير

تستغرق مدة التخمير لانتاج حامض الستريك قرابة الاسبوع وذلك باستخدام  
المزارع السطحية بينما لا تتجاوز اليومين في حالة المزارع المغمورة المهتره .  
9- استخلاص الحامض

بعد تمام فترة التحضين والتخمير يضغط علي الفطر لفصل الحامض من داخل غزله  
الفطري ثم يرسب في صورة سترات الكالسيوم وذلك باضافة كبريتات الكالسيوم وتعامل  
سترات الكالسيوم الساخن بحامض الكبريتيك حيث ينتج الحامض ، يتكون حامض  
الستريك بطريقتين اساسيتين :

أ. عن طريق تجميع جزيئات الاستالدهيد والستريك الناتج يمثل 71٪

ب. عن طريق تكثيف جزيئات حامض البيروفيك مع ثاني اكسد الكربون CO<sub>2</sub>  
لتعطي النسبة الباقية من الستريك .



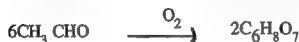
جلوكوز  
Glucose

حامض بيروفيك  
Pyruvic acid

حامض ستريك  
Citric acid



جلوكوز                      حامض بيروفيك                      استئالدهيد  
Glucose                      Pyruvic acid                      Acetaldehyde



استئالدهيد                      حامض ستريك  
Acetaldehyde                      Citric acid

كما توجد طريقة أخرى تعتمد على الاكسدة المباشرة للجلوكوز



جلوكوز                      حامض ستريك  
Glucose                      Citric acid

## انتاج المضادات الحيوية

### Antibiotics production

الكائنات الدقيقة في الطبيعة لاتوجد عادة في صورة نقياتل توجد مجتمعة معا كما توجد بينها علاقة فقد تستفيد او تضار بعضها من البعض الاخر وتتغير ظروف الوسط باستمرار وبالتالي تتغير ايضا انواع الكائنات الدقيقة الموجودة به .

وتأثير الكائنات الدقيقة بعضها في بعض يكون اساسا نتيجة تغييرها للوسط باستخدام مواد معينة وتحويلها الي مواد اخري ابسط وانتاج مواد ذات تأثير منشط او مثبط لنمو الكائنات الدقيقة ويمكن ملاحظة اكثر من ظاهرة تحكم العلاقة بين الكائنات الدقيقة بعضها في بعض .

#### 1- ظاهرة تبادل المنفعة والتطفل

##### Symbiosis and parasitism

ظاهرة تبادل المنفعة بين نوعين من الكائنات هي احدي اشكال العلاقة المتداخلة Interrelation والتي تؤدي الي ان كلا من الكائنين ينمو وينشط في وجود الآخر اسرع من ان يكون بمفرده ذلك كما يحدث عند وجود بكتريا حامض الاكتيك مع الضميرة حيث تقوم الضميرة بتكوين بعض الفيتامينات للبكتريا اما الاخيرة فتنتج الصمغ اللازمه المناسب لنمو الضميره .

اما ظاهرة التطفل Parasitism فهي تعني تطفل كائن علي اخر والميكروبات كثيرا ما يتطفل بعضها علي الآخر او علي النبات او الحيوان .

#### 2- ظاهرة التتابع والتضاد

##### Metabiosis and antibiosis

تكثر هذه الظاهرة بين الكائنات الدقيقة ففي الاولي اي التتابع فانه يتسبب نمو مجموعه من الكائنات في توفير الظروف لنمو مجموعه اخري بينما التضاد تكون العلاقة عكسيه حيث تؤدي نمو مجموعه من الكائنات الي اعاقه او منع نمو مجموعه اخري .

وكل من هاتين الظاهرتين ذات قيمة صناعية كبرى وتستغل في التخميزات الصناعية خاصة في انتاج المضادات الحيوية Antibiotics

والمضادات الحيوية عباره عن مواد عضوية ينتجها الكائن الحي وهي قاتله او مثبطه لنمو الكائنات الدقيقة ولا يقتصر انتاج المضادات الحيوية علي الكائنات الدقيقة فقط بل ان كثيرا من النباتات الراقيه كالثوم ، الكركيه ، الطمام ، وغيرها تحتوي علي نسبة كبيره من المضادات الحيوية .

ومن المعروف ان نسبة كبيره من الكائنات الدقيقة يمكنها انتاج المضادات الحيوية



مثل البكتريا والفطريات الشعاعية (اكتينومييسيتس) Actinomycetes ومن اشهر الفطريات المنتجة للمضادات الحيوية فطر البنسيليوم نوتاتم *Penicillium notatum* ومن اشهر انواع البكتريا جنس باسيل *Bacillus* اما مجموعة الاكتينومييسيتس Actinomycetes فانها تنتج انواعا هامة من المضادات الحيوية حيث تتميز بسرعة نموها ومن امثلة المضادات الحيوية البنسلين ، الاستريبتوميسين ، الكلورميسين ، الفيوميدين، الفيراميسين وغيرها وتستعمل في علاج تقبح الجروح ، التهابات الحلق واللوز ، الحميات ، امراض السيلان ، الزهري ، التيفود، السل الرئوي وغيرها .  
اكتشاف المضادات الحيوية

اول من اكتشف المضادات الحيوية العالم البريطاني فلمنج Fleming سنة 1928م عندما لاحظ فلمنج ان نمو فطر بنسيليوم نوتاتم *Penicillium notatum* قد منع نمو بكتريا ستافيلوكوكس اوريوس *Staphylococcus aureus* وتكونت حلقة خالية تماما من البكتريا حول الفطر اطلق عليها المنطقة المانعة Inhibition zone فاستنتج ان الفطر يفرز مادة اسمها البنسلين Penicillin نسبة الي اسم الفطر المفرز لها وهي البنسيليوم *Penicillium* وقد تكهن فلمنج بان هذه المادة سيكون لها اثر كبير في مقاومة كثير من البكتريا التي تسبب الامراض .  
الكشف عن المضادات الحيوية :

هناك طرق بسيطة للغاية للكشف عن هذه المواد النافعة منها :

1- طريقة الطبق المزدهم

Crouded plate method

ويتم بان تؤخذ عينات من التربة وتخفف بالماء المعقم الي درجات تخفيف تتراوح بين 0.01 الي 0.001 ثم يؤخذ مقدار صغير من كل تخفيف ويوزع في اطباق بتري يحتوي علي مثبت اجار عند درجة حراره مناسبة ثم تخفض الاطباق بعد فترة وهي التي نمت فيها الكائنات البقية الماخوذة من التربة فاذا لوحظ ان احدهما قد نمي وحوله منطقة خالية من الكائنات الاخرى نتيجة لافراز مواد تثبط نموها فانه يعزل في مزارع خاصة ويفصل منه المضادات الحيوية ويعرف وتدرس خواصه .

## ✓ 2- طريقة المضادات الحيوية المتخصصة

### Specified antibiotic

وهذه الطريقة تستعمل للكشف عن المضادات الحيوية المتخصصة في القضاء علي امراض معينة حيث يزرع الميكروب في طبق يحتوي علي مثبت اجار ثم يوضع في الحضان عند درجة حراره معينه لمدة يوم او يومين ثم تنتثر حبيبات التربه علي سطح النمو في الطبق ويترك الطبق فترة اخري بالمحضر فاذا نمت كائنات مثبته للميكروب تظهر مناطق مانعه حول القطر او الكائن المفرز للمضاد الحيوي فانه يعزل الكائن ويعرف وتدرس خصائصه.

### البنسلين

### Penicillin

يعتبر البنسلين اول المضادات الحيوية المكتشفة من الفطريات حيث اكتشف بواسطة العالم البريطاني فلمنج Feleming سنة 1928 م وبعد ذا فاعليه ضد البكتريا الضارة الموجبة لصيغة جرام وتأثيره غير سام اذا تناوله الانسان بكميات كبيرة وبالرغم من انه اكتشف حديثا فانه يحدث نوعا من الحساسية في بعض الاحيان النادره التي قد تؤدي الى الوفاة ولكن ذلك لا يقلل من قيمته في علاج امراض كثيرة وخاصة اثناء العمليات الجراحية حيث يثبط البكتريا الضارة ويمنعها من نموها الطبيعي .

### مميزات البنسلين

1- ينوب البنسلين في الماء كما انه سريع الذوبان في مركبات اخرى مثل الاسيتون ، خلات الاثيل والايثر كما انه ينوب بدرجة اقل في البنزين ، الكلورفورم ورابع كلوريد الكربون

2- يتأثر البنسلين بالاحماض والقلويات القوية ويقل نشاطه في وجود المواد المؤكسدة والمعادن الثقيلة مثل النحاس ، الرصاص ، الفضة والزنك .

3- يتحلل في الكحول المثلي ، الحرارة ، تكرار التبريد وبواسطة انزيم بنسلين

### Penicillase

4- املاحه البلورية ثابتة عند حرارة منخفضة لمدة اشهر والمحاليل له غير ثابتة الا

إذا حفظت في ثلاجة .

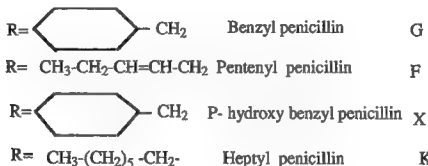
5- يتحلل عند الأرقام الهيدروجينية المنخفضة وأفضل رقم هيدروجيني لثباته يتراوح بين 6.0-6.5.

6- الفوسفات له تأثير حافظ لثبات البنسلين وذلك عند 37° م .

7- فعال ومؤثر ضد البكتريا التي تسبب امراض السيلان ، التهاب السحائي والرئوى كما يعتبر عقارا نافعا للجروح والحروق وغيرها .

والبنسلين ذو الصيغة الجزيئية  $C_6H_{11}O_4SN_2$  R والصيغة التركيبية (شكل 68).

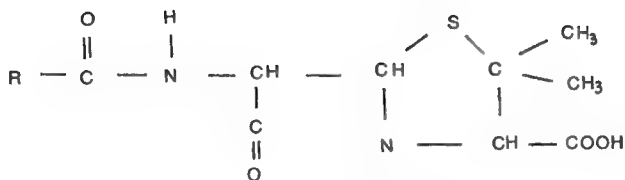
والرمز R عبارة عن مجموعة متصلة بجزئ البنسلين وهي مختلفة من نوع إلى آخر من البنسلين حيث توجد اربع صور مختلفة وهي البنسلين K, X, F, G الموجودة في الطبيعة .



هذا وقد ثبتت امكانية انتاج الصور الاربعة السابقة للبنسلين بواسطة سلالات

فطرية تنتمي إلى فطر بنسيليوم نوتاتم *Penicillium notatum* *penicillium chrysogenum* وفطر بنسيليوم كرايز وجينم انتاج البنسلين

Penicillin production



B- lactomthiazolidine ring

شكل (68): الصيغة التركيبية للبنسلين .

Pencillin structural formula

يستخدم فى انتاج عقار البنسلين فطر بنسيليوم نوتاتم *Penicillium nota-* اوبنسيليوم كريزوجينم *Penicillium chrysogenum* فى منابت سائلة تحتوى على المواد الغذائية الضرورية لنمو الفطر ويمكن استعمال طريقة المزارع المغمورة او طريقة المزارع السطحية لنمو الفطر ويحتوى المتبث الغذائى الذى ينمو عليه الفطر ما يلى :

سائل نقيع الذرة	2 جم مادة صلبة
سكر اللبن ( لاكتوز )	30 جم
سكر العنب ( جلوكوز )	30 جم
نترات الصوديوم $\text{NaNO}_3$	3 جم
فوسفات البوتاسيوم $\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.5 جم
كبريتات مغنسيوم $\text{MgSO}_4$	0.25 جم
كبريتات زنك $\text{ZnSO}_4$	0.0045 جم
كبريتات منجنيز $\text{MnSO}_4$	0.0045 جم
ماء مقطر	1000 مل

يضبط الاس الهيدروجينى PH عند 4.5 ثم يعقم لمدة 20 دقيقة عند ضغط 15 رطل للبوصة المربعة .

عقب التعقيم يلقح الوسط الغذائى بمعلقة من جراثيم الفطر وتضاف كريات الكالسيوم بنسبة 10-11.5 جم / لتر وسط غذائى ثم يوضع على هزاز لمدة 6-7 ايام عند درجة حرارة 24°م. استخلاص البنسلين

#### Extraction

بعد انتهاء فترة الحضانة يفصل الغزل من الوسط الغذائى بالترشيح او الطرد المركزى ثم يغسل بالماء عدة مرات ويضاف الغسيل إلى الراشح وهناك طريقتان لاستخلاص البنسلين من الراشح وماء الغسيل .

1- يخلط الراشح وماء الغسيل بخلات الاثيل Ethyl acetate ويضبط الرقم الهيدروجيني PH عند 2-2.5 وذلك باستعمال حامض الفوسفوريك  $H_3PO_4$  ثم يرج المخلوط جيدا عند درجة حرارة منخفضة فينتقل البنسلين إلى طبقة المذيب فتفصل هذه الطبقة من المخلوط ويرج مع الماء المقطر ، اثناء هذه العملية تضاف بيكربونات الصوديوم فيصل الرقم الهيدروجيني إلى 7-7.5 فينقل البنسلين إلى الطبقة المائية في صورة ملح صوديوم ثم يفصل المذيب عن الطبقة المحتوية على العقار .  
واللحصول على البنسلين في صورة نقيه تكرر عملية اذابته في مذيبات عضوية مختلفة بعد ذلك مثل خلات الاثيل او الكلورفورم ولا بد من اتمام عملية فصل العقار بسرعة وفي درجة حرارة منخفضة .

2- يمكن استخلاص البنسلين من الراشح وماء الغسيل بطريقة اخري وذلك باضافة الفحم الحيواني بنسبة 2-2.5 بالوزن فيدمص العقار علي سطح الفحم الحيواني ثم يفصل بالتريشيع و الغسيل باستخدام الاسيتون Acetone ثم يفصل الاسيتون باضافة مذيب اخر لايمتزج به ولايختلط بالماء بعد ذلك يبرد حتي درجة الصفر المئوي ويضبط الرقم الهيدروجيني PH عند 2 ويضاف محلول بيكربونات الصوديوم للحصول علي الملح الصوديومي للعقار ويفصل العقار بالتجفيف وتحت ضغط منخفض التبريد .  
استعمال البنسلين

يستعمل البنسلين بنجاح لمقاومة البكتريا المسببه لكثير من الامراض مثل البكتريا العنقودية ، السبحية ، البكتريا المسببه لالتهابات بطانة القلب ، بكتريا الجمره الخبيثه ، التهاب الجلد ، التهاب السحائي والالتهاب الرئوي كما يستعمل في الجروح والحروق لوقايتها من التلوث كما ثبتت فائدة العقار في علاج الدفتريا ، السيلان والزهري .  
الاستربتومايسين

### Streptomycin

ينتج هذا العقار بواسطة الفطريات الشعاعية او الاكتينومييسيتس Actinomycetes حيث اكتشفه لاول مره العالم الامريكي واكسمان Waksman سنة 1943م.

والاستربتومايسين عزل لأول مره بواسطة ستريبتومايسين جريزاس -*Strepto- myces griseus* التي تتواجد في التربة.  
استخدامات الستربتومايسين

1. فعال ضد عدد كبير من البكتريا التي لا تتأثر بالبنسلين .
  2. ثبت نجاح الاستربتومايسين في علاج التهابات المسالك البولية .
  3. يقاوم الي حد ما بكتريا السل الرئوي ، النوسنتاريا الباسيلية ، التسمم الغذائي ، التهابات الغشاء البريتوني والالتهابات الرئوية .
- والصيغة الجزيئية للعقار  $C_{21}H_{39}N_7O_{12}$  ، اما الصيغه التركيبية ( شكل 69 ) .

### الكلورومايسين

#### Chloromycetin

يعرف باسم الكلورامفينكول Chloromphenicol وينتج بواسطة الفطريات الشعاعية حيث اكتشف لأول مره بواسطة العالم بيركهولدير Burkolder سنة 1947م. اطلق هذا العالم اسم ستريبتومايسين فنزويلا *Streptomyces venezulae* علي نوع الفطر الشعاعية التي امكن لها انتاج هذا العقار والتي تم عزلها من التربه من ارض فنزويلا .

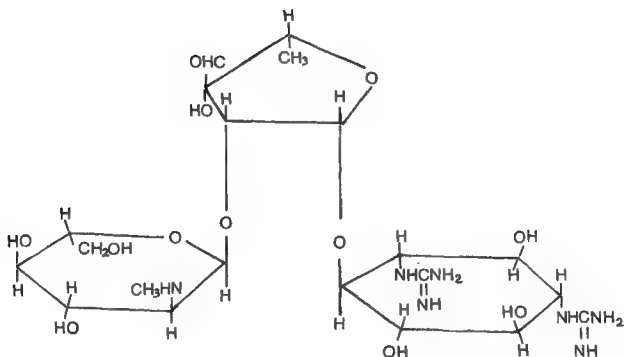
والكلورا مفينكول ذو الصيغه التركيبية (شكل 70).

ويمتاز الكلورومايسين عن البنسلين والاستربتومايسين بمدى تأثيره الواسع علي مجموعات متباينه من الميكروبات اذ يؤثر علي كثير من البكتريا السالبة والموجبه لصبغة الجرام وبكتريا الركتيسيا *Ricketisa* كما يمتاز بمعالجة حمى التيفود والتهاب المجاري البولية .

### الاوريومايسين

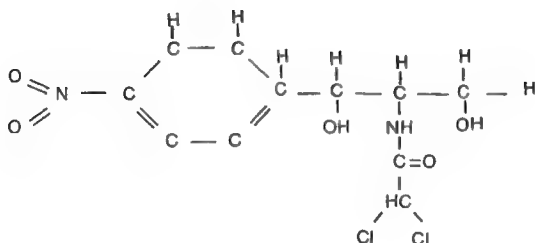
#### Aureomycin

ينتج الاوريومايسين بواسطة الفطريات الشعاعية ستريبتومايسين اوريافاسيانس *Streptomces aureofaciens* ويعتبر الاوريومايسين احد مشتقات



شكل (69) : الصيغة التركيبية للاستربتومييسين  
Streptomycin structural formula





شكل (70) : الصيغة التركيبية للكلورمايسيتين  
Chloromycetin structural formula

التراسايكلين Tetracycline فهو عبارة عن كلوروتتراسايكلين - Chlorotetracycline ذي الصيغة التركيبية (شكل 71).

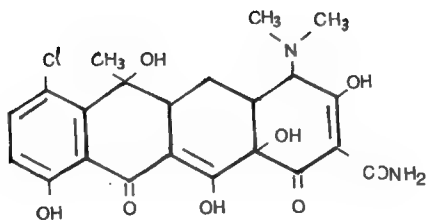
والاوريومايسين شديد الفعالية ضد عدد كبير من البكتريا ويستعمل في مقاومة بعض انواع الالتهاب الرئوي ، الحمى المتوجة ، التهاب العظام ، السعال الديكي والتهابات العيون وهو كذلك شديد الفعالية ضد انواع عديدة من الفيروسات .  
التيوأيسين

#### Terramycin

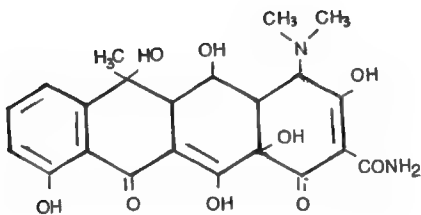
ينتج التيراميسين بواسطة الفطرة الشعاعية ستريتومييسين رايموسيس - *Streptomyces rimosus* كما يعتبر هذا العقار احد مشتقات التتراسايكلين - Tetracycline فهو عبارة عن اوكسي تتراسايكلين Oxytetracycline ذي الصيغة التركيبية (شكل 72).

والتيوأيسين شديد الفعالية ضد عدد كبير من البكتريا الموجبة والسالبة لصبغة الجرام والركتسيا وانواع عديدة من الفيروسات ويستعمل في علاج الانواع العادية من الالتهاب الرئوي ، التيفود والبكتريا العنصوية المسببة لالتهابات المجاري البولية والامعاء .  
مضادات حيوية اخرى

ان معظم الكائنات الدقيقة يمكنها كما سبق انتاج المضادات الحيوية مثل الفطريات ، البكتريا ، الفطريات الشعاعية والاشن ومن ابرز المضادات الحيوية التي تنتج بواسطة البكتريا الباستيراميسين Bacitramycin الذي اكتشفه العالم ميلوني - Me-laney سنة 1945 م والذي انتج من سلالة البكتريا باسيلس سبيتس *Bacillus subtilis* وتستخدم في معالجة الالتهاب السحائي ، السيلان والزهري . كما فصل من بعض انواع البكتريا فيما بعد عدد من المضادات الحيوية الاخرى منها جراميسينين Gramicidin والتيروثريسين Tyrothricin من بعض انواع البكتريا العنقودية اما الاشن Lichens فقد فصل منها العديد من المضادات الحيوية علي جانب كبير من الاهمية فمن اشنة اسينا باريلتا *Usnea barbata* فصل حامض الاسينيك Usnic acid الذي يعمل علي ايقاف ميكروب السل .



شكل (71) : الصيغة التركيبية للكلورتتراسيكلين.  
Chlorotetracycline structural formula



شكل (72) : الصيغة التركيبية التراميسين  
Terramycin structural formula

كما ان للطحال اهمية كبرى في هذا الموضوع فقد امكن فصل المضاد الحيوي كلوربالين Chlorbalin من طحلب وحيد الخلية معروف باسم كلوريلا *Chlorella* .

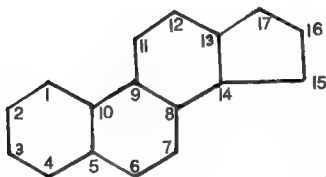
### التحويلات الميكروبيولوجية للسترويدات

Microbiological transoformation of steroids

السترويدات

Steroids

في مجموعه من المركبات العضوية التي لها اهمية حيوية ولها الشكل التركيبي (شكل 73).



شكل 73

ففي السنوات الاخيرة احتلت صناعة هرمونات الغدة الكظرية مركزا هاما لما لهذه الهرمونات من خواص علاجية هامة فبجانب استعمال هذه المواد لعلاج كثير من الامراض كالحمى الروماتزمية ، امراض الحساسية والالتهابات والامراض الجلدية فقد استعملت بنجاح في علاج امراض العيون وكثير من حالات السرطان وكعوامل لمنع الحمل او زيادة الخصوبة .

ومنذ ان فصل العالم كيندال Kendall سنة 1935 م اول هرمون عرف الشكل التركيبي لها ومصدرها الطبيعي في جسم الانسان هو غدد هماء : الخصية - المبيض - قشرة الغدة الكظرية (فوق الكلية) والمشيمة .

والسترويدات المختلفة ليس لها نفس النشاط الفسيولوجي وبالتالي كان من الامور الهامه للكيميائيين العمل علي تغيير التركيب الجزيئي لها وذلك للحصول علي مركبات ذات صفة تطبيقية هامة كتحويل بعض المركبات السترويديه غير النشطة الي الكورتيزول -Cor-tisol باستخدام الانشطة الانزيمية للكائنات الدقيقة .

امثلة للتحويلات السترويديه التي تحدثها الفطريات  
1 - تفاعلات اضافة مجموعة الهيدروكسيل

#### Hydroxylation

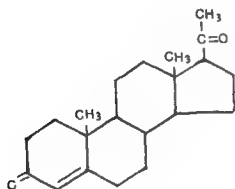
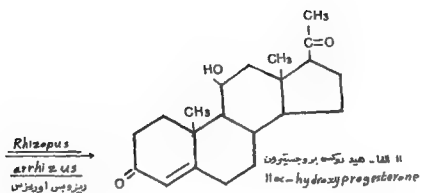
امكن بواسطة النشاط الانزيمي للكائنات الدقيقة اضافة مجموعة هيدروكسيل OH - على اى ذرة كربون في المركب السترويدي وذلك باختيار الكائن المناسب القادر علي احداث هذا التغير وقد كانت اضافة مجموعات الهيدروكسيل في اوضاع ذرات كربون رقم 21,17,11 لها اهمية خاصة في زيادة كفاءة المركب الناتج وقد اطلق عليها اسم المواضع الاستراتيجية Strategic positions.

أ- تفاعلات اضافة مجموعه هيدروكسيل واحده Monohydroxylation

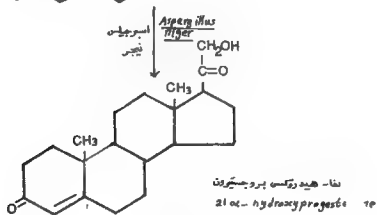
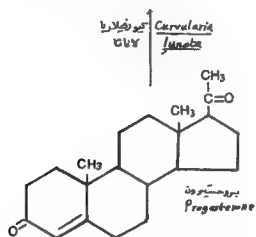
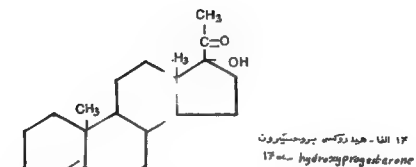
عند استخدام جزى البرجسترون كمادة بادئ باستغلال النشاط الانزيمي لفطر ريزوبس اوريزس *Rhizopus arrhizus* فانه يمكن اضافة مجموعة الهيدروكسيل لذرة كربون رقم 11 الجزئي البروجسترون متحولا الى 11 الفا - هيدروكسى بروجسترون. هذا وقد تمكن العالم بيترسون Beterson سنة 1956م من استغلال النشاط الانزيمي لسلاسل لفطر كيورفيليا لاناتا *Curvularia lunata* و فطر اسبرجيلس *Asperhigillus niger* من اضافة مجموعة هيدروكسيل لوضع ذرة كربون 21,17 علي التوالي اجزئي البروجسترون (شكلى 74, 75).

ب- تفاعلات اضافة مجموعتي هيدروكسيل Dihydroxylation

امكن اضافة مجموعتين هيدروكسيل الي اوضاع ذرة كربون 11 و 17 كذلك 21



شكل ( 74 ) : تفاعل اضافة مجموعة هيدروكسيل واحد.  
 Monohydroxylation.



شكل (75) : تفاعلات اضافة مجموعة هيدروكسيل واحدة  
Monohydroxylation.

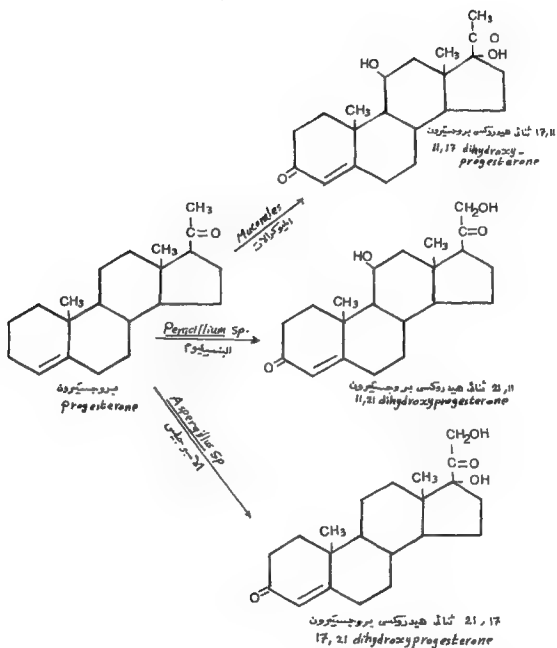


و17 وايضا 11 و21 بواسطة النشاط الانزيمي لعدد من السلالات الفطرية . فلقد استطاع ميستير Meyster سنة 1954م التمكن من اتمام مثل هذه الاضافات بواسطة سلالات فطرية تتبع مجموعة الميكرالات Mucorales والبسيليوم *Penicillium* والاسبرجيلس *Aspergillus* علي التوالي محولا البروجستيرون الي 17 و11 الفا - ثنائي الهيدروكسي بروجستيرون 11 و21 الفا- ثنائي الهيدروكسي بروجستيرون 17 و11 الفا - ثنائي الهيدروكسي بروجستيرون علي التوالي (شكل 76) .

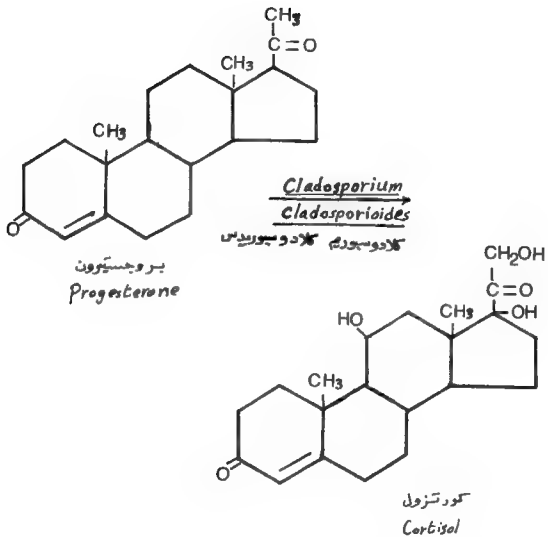
ومن ذلك يتضح لنا انه بالامكان اضافة مجموعة هيدروكسيل واحدة Mono-hydroxylation او اضافة مجموعتين في ان واحد Dihydroxylation ففي الحالة الاولى يمكن تحويل البروجستيرون الي الكورتزول الذي يحتوي علي ثلاث مجموعات هيدروكسيل في اوضاع ذرات كربون 21 و17 و11 علي ثلاث مراحل اما في الحالة الثانية فيمكن ان يتم مثل هذا التحول في خطوتين وذلك باضافة مجموعتين معا في اي من الازواح الاستراتيجية ثم اضافة مجموعة واحدة في ذرة الكربون الاستراتيجية الثالثة .

ج - تفاعلات اضافة مجموعات عديدة الهيدروكسيل Polyhydroxylation  
بهرت النتائج السابقة كثيرا من العلماء واذك حاولوا اتمام ادخال ثلاث مجموعات هيدروكسيل علي جزئي السترويد وذلك في عملية واحدة وكائن واحد . وكان اختيارهم لمركب البروجستيرون كماده بانه لرخصه وسهولة الحصول عليه فضلا عن امكان اتمام هذه الاضافة الي جزئي البروجستيرون الذي يمكن تحويله الي الكورتزول في خطوة واحدة هذا وقد نجح العلماء سنة 1970م في اتمام هذا التفاعل بواسطة النشاط الانزيمي لسلالة تنتمي الي فطر كلادوسپوريم *Cladosporium Cla-* *dosporioides* (شكل77).

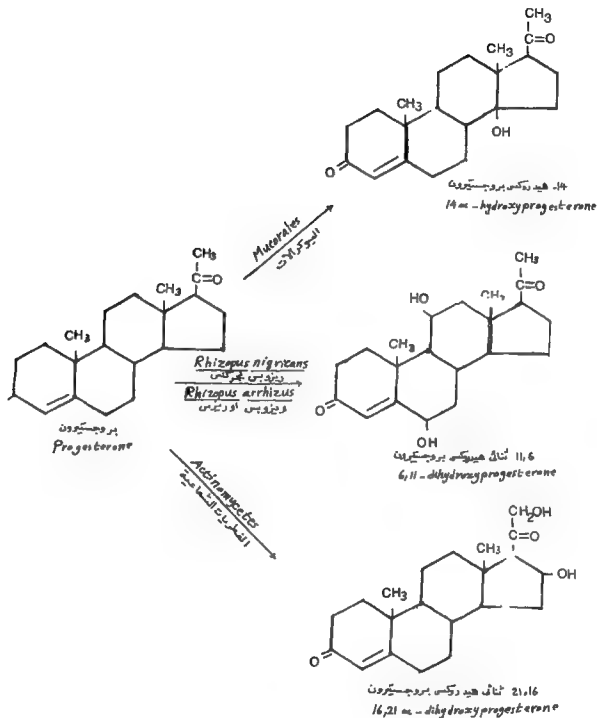
5- اضافة مجموعتان هيدروكسيل في غيرالمواضع الاستراتيجية .  
زيادة علي اهتمام العلماء باضافة مجموعات الهيدروكسيل الي اوضاع ذرة كربون 21 و17 و11 لجزئي السترويد فقد وجنا انه بالامكان ادخال مجموعات الهيدروكسيل الي مواضع لذرات الكربون اخرى بجزء السترويد (شكل 78). والتي نسوق عددا منها



شكل (76) : تفاعلات اضافة مجموعتي هيدروكسيل .  
Dihydroxylation.



شکل (77) : تفاعلات اضافة مجموعات هيدروكسيل عديدة  
 Polyhydroxylation .



شكل (78): تفاعلات اضافة مجموعات هيدروكسيل فى غير المواقع الاستراتيجية .  
Hydroxylation in other strategic position

في مايلي :

أ- امكن ادخال مجموعة هيدوكسيل واحدة في وضع ذرة كربون رقم 14 محولا البروجستيريون الي 14 الفا - هيدروكسي بروجستيريون وذلك بواسطة سلالات تنتمي الي مجموعة الميوكرالات *Mucorales*

11- كذلك امكن اضافة مجموعتين معا في وضع ذرة كربون 6 و11 وذلك باستخدام سلالات فطرية تنتمي الي الريزويس نجركتس *Rhizopus nigricans* والريزويس اريزس *Rhizopus arrhizus*.

111- امكن اضافة مجموعتين هيدروكسيل في اوضاع 16 و21 بواسطة الفطريات الشعاعية *Actinomycetes*.  
2- تفاعلات انتزاع الهيدروجين

#### Dehydrogenation

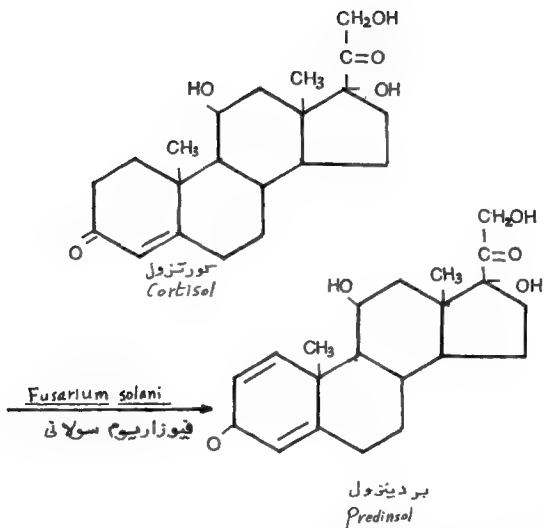
هذا التفاعل اكتشفه العالم فيشر Vicher سنة 1955م ويحدث بواسطة فطر فيوزاريوم *Fusarium* وخاصة سلالات تنتمي الي فيوزاريوم سولاني *Fusarium solani* وفيه يتم نزع ذرتي الهيدروجين من ذرتي الكربون رقم 1-2 وهذا التفاعل رغم بساطته فانه يزيد من فاعلية اي مركب سترويدي وبهذا التفاعل يمكن تحويل الكورتيزول الي بردينزول (شكل 79) .  
3- تفاعلات الاختزال

#### Reduction

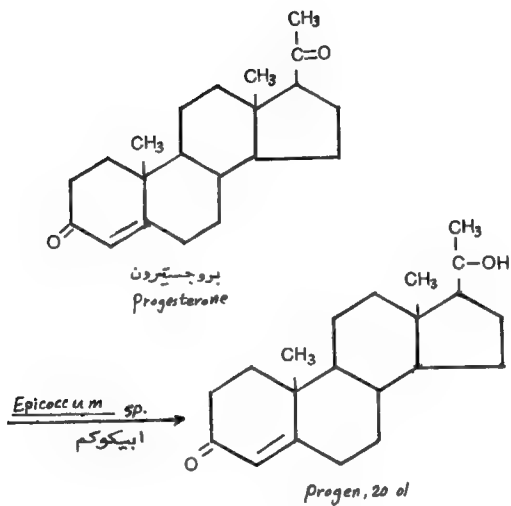
هذا التفاعل اكتشفه شيل Shull سنة 1959م ويحدث بواسطة فطر ابيكوكم *Epicoccum* وفيه يحدث اختزال لمجموعة الكربونيل لجذئي البروجستيريون في ذرة كربون رقم 20 ( شكل 80).  
4- عملية فصل ذرتي الكربون في السلسلة الجانبية .

#### Separation of the side chain

تمكن بيترسون Petrsen سنة 1956 م من انتزاع ذرتي الكربون لجذئي



شكل (79) : تفاعلات انتزاع الهيدروجين  
 dehydrogenation



شكل (80) : تفاملات الاختزال

البروجسترون في السلسلة الجانبية وذلك بواسطة سلالات عديدة من جنس البنسيليوم *Penicillium* (شكل 81).

#### 5- تفاعلات الفوق أكسدة

##### Epoxidation

هذا التفاعل اكتشفه العالم شيل Shull سنة 1955م ويحدث بواسطة كثير من الفطريات مثل فطر ميوكر *Mucor* وفطر كيورفيلاريا *Curvularia* (شكل 82) ويزداد نوبان المركب السترويدي في المحاليل المائية .  
عملية التخمر لإنتاج المواد الهرمونية :

1- يختار الكائن حسب نوع التفاعل المرغوب وينمي في دوارق مخروطية سعة 500 مل كل منها يحتوي علي 200 مل وسط غذائي معقم ذو التركيب التالي :

مولاس او تقيع ذرة او جلوكوز 4٪

املاح الفوسفات والمغنسيوم 1٪

مستخلص الخميرة 0.05 ٪

2- يضبط الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي بين PH 5-6 بواسطة حامض الاكتيك .

3- يلحق الوسط الغذائي بالكائن المختار ويحضان عند درجة حرارة 28 م لمدة 48 ساعة .

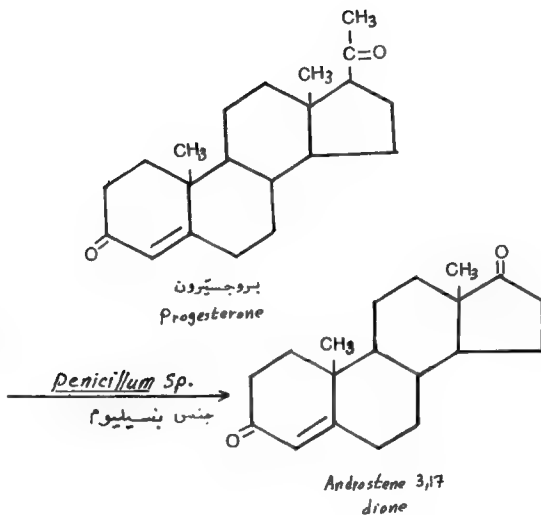
4- تضاف المادة السترويدية تبعا للتفاعل المطلوب .

5- تستمر مره ثانية عملية النمو لمدة تتراوح بين 24-96 ساعة .

6- يوقف النمو وتستخلص المادة السترويدية بواسطة المذيبات العضوية مثل خلاات الاثيل او البنزين حيث لا يمتزج بالماء . ثم يبخر المذيب وتترك المادة السترويدية التي

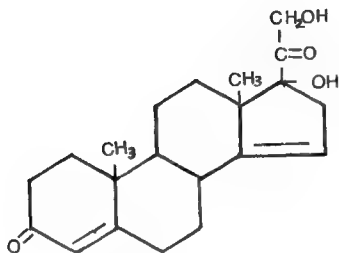
يعاد الكشف عنها باستخدام طرق التحليل الكروماتوجرافي للطبقة الرقيقة TLC والتأكد من نقاوتها . يعاد بلورتها وتعبأ وتستعمل في الاغراض الطبية المختلفه .



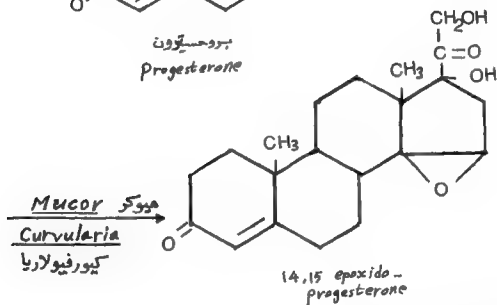


شكل (81) : تفاعلات فصل ذرتي الكربون في السلسلة الجانبية

Seperation of the side chain



پروجسترون  
Progesterone



14,15 epoxido-  
progesterone

Mucor هيوک  
Curvularia  
کیورفیولاریا

شکل (82) : تفاعلات الفوق اکسدة  
Epoxidation

## السموم الفطرية

### Mycotoxins

قد تتعرض المنتجات الزراعية والغذائية للتلوث الجرثومي في كل مرحلة من مراحل الانتاج حتي تصل الي المستهلك ورغم ان التسمم الجرثومي وتأثيره المرضي معروفان منذ زمن بعيد، ولكن التأثير الناجم عن الفطريات Toxins اي السموم الفطرية Myco-toxins لم تحظ بالاهتمام الا منذ فترة وجيزة وكانت التلوثات الفطرية تقدر بشكل عام بالعين وتعتبر كتلوثات عادية ذات اهمية من الناحية الجمالية فقط الا ان الفطريات بسبب وجودها وامكانية نموها وحصول التغيرات التي تحدثها في المنتجات الزراعية والغذائية تساعد بقدر كبير علي التقليل من القيمة الغذائية والصحية لتلك المنتجات . والواقع فانه بامكان هذه الفطريات ليس فقط القيام بتغييرات كيميائية حيوية للمنتج فحسب بل وان تحدث عند الانسان امراضا فطرية (داء الفطور Mycosis ) وان تكون مصدر افرازات سموم شديدة اذا ما ابتلعت نتج عنها تسمعات ذات اشكال مختلفة تمتد من الاضرار البسيطة الخفيفة حتي الوفاة وتسمى هذه التسمعات الناشئة عن الفطريات بالتسمعات الفطرية Mycotoxicosis

### اكتشاف السموم الفطرية

كان الانسان يتخوف كثيرا من الفطريات منذ زمن بعيد وتشير الوقائع الدينية في العصور الوسطي الي اويئة كانت تسمى باسماء مختلفة منها نار القديس انطوان او داء المحرومين حيث كانت تجتاح البلاد بشكل عنيف مثل الطاعون ، الكوليرا والجذام وعرف ان سبب هذه الوبئة هو تناول حبوب تنطلق عليها فطريات من نوع الديوسيات الحمراء كلايسبس بيوريورياء *Claviceps purpurea* والتي تحتوي علي اشباه القلويدات السامة مثل مادة الارجوتامين Ergotamine

في سنة 1900 م اثبت العلماء اليابانيون وجود علاقه ما بين استهلاك الارز العفن وبداية ظواهر مرضيه من بين اسبابها سموم فطرية عزلت فيما بعد بينما ظهرت ما بين عام 1944م الي عام 1947م في بعض مناطق روسيا تسمعات شديدة سببها عزي الى تناول حبوب ملوثة بفطر فيوزاريوم *Fusarium* وان اكثر من 10% من السكان قد

ماتوا نتيجة لذلك حتى عام 1960م في إنجلترا حيث تسمم بشكل كثيف عدد من المزارع التي تربي فراخ الديك الرومي Turkey نتيجة تناولها الفول السوداني Peanut المستورد من البرازيل واطلق على المرض المجهول في هذا الوقت X - disease of turkey أى المرض المجهول الاصل للديوك الرومي .

هذا وقد عرّف فيما بعد ان المسبب لتسممات الديوك الرومي هو نوع من السموم اطلق عليه سموم الافلاتوكسينات Aflatoxins والمفرزة بواسطة فطر اسبرجيليس فلافس *Aspergillus flavus* والملوثة لبذرة الفول السوداني .

انتبه العلماء إلى هذه الخطورة بعد ان ثبت ان سموم الافلاتوكسينات من اقوى مسببات للاورام السرطانية مما ادى إلى تضافر الجهود للعاملين في ابحاث الفطريات والكيمياء الحيوية للتعرف على هذه السموم الفطرية وعزلها والتي تتناولها بايجاز فيما يلي لما لها من اهمية خاصة فضلا عن تأثيرها الضار على صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات وما ينجم عنها من خسائر اقتصادية كبيرة .

**الافلاتوكسينات**

#### Aflatoxins

تنتج سموم الافلاتوكسينات بواسطة سلالات مختلفة من فطر اسبرجيليس فلافس *Aspergillus flavus* واسبرجيليس بارازتكس *Aspergillus parasiticus* والتي توجد بكثرة في الطبيعة . اكتشفت تلك السموم لأول مرة في بذور الفول السودانى المعدة لتغذية الحيوانات خلال دراسة عن وياء ناشئ عن تسممات فطرية لعدد من الديوك الرومي في إنجلترا سنة 1960م ومنذ ذلك الحين أصبح هذا الموضوع من الابحاث الهامة والتي وجهت لدراسة هذا النوع من السموم .

ومن الناحية الكيميائية تعتبر سموم الافلاتوكسينات احدى مجاميع المركبات الفطرية غير المتجانسة Heterocyclic ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما افلاتوكسين B وافلاتوكسين G وسميت بذلك نسبة إلى المصدر الفطرى اسبرجيليس فلافس *Aspergillus flavus* وكذلك بسبب لون اشعاعها الازرق (B) Blue

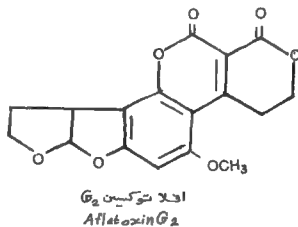
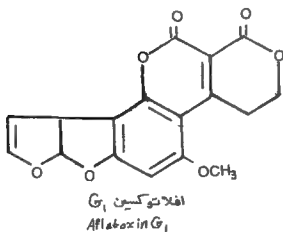
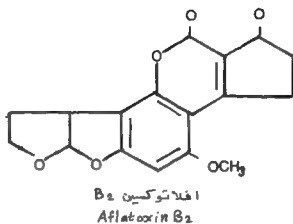
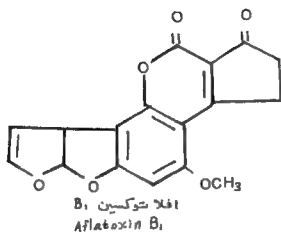
والاخضر Green (G) على التوالى عند الكشف عنها بواسطة الاشعة فوق البنفسجية كما عرف منها اربعة انواع تنتمى إلى هاتين المجموعتين وهما افلاتوكسينات  $B_1$  ،  $B_2$  وافلاتوكسينات  $G_1$ ،  $G_2$  ذات الصيغ التركيبية (شكل 83).

تعتبر سموم افلاتوكسين  $B_1$  اهم سموم الافلاتوكسينات ذلك لانها اكثرهما الافلاتوكسينات ذلك لانها اكثرهما تسميما للانسان ، الحيوان ، الطيور ، الاسماك وتختلف قدرة الحيوان على تحمل سموم الافلاتوكسينات بينما تبلغ الجرعة المميتة من افلاتوكسين  $B_1$  لفئران التجارب 1مجم / كجم من وزن الحيوان اذ تبلغ الجرعة المميتة للبطل حديد الفقس نصف الكمية السابقة 0.5 مجم/ كجم والقدرة على مقاومة الافلاتوكسينات تختلف حتى فى النوع الواحد من الحيوانات .

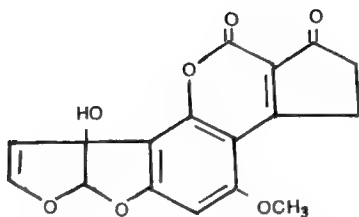
تعتبر سموم الافلاتوكسينات  $B_1$  من اشد المواد المسببة للسرطان لعدد من الحيوانات واكثر اعضاء الجسم تأثرا هو الكبد Liver وقد سجل ان كمية لا تتعدى 15 ميكروجرام للسم تسبب الإصابة بسرطان الكبد لفئران التجارب وتحدث الاورام بشكل سهل بواسطة تناول كميات قليلة ومنتظمة من السم .

وقد برهنت التجارب على اعطاء غذاء ملوث بسموم الافلاتوكسينات وبصورة منتظمة للامهات من فئران التجارب خلال فترتي الحمل والرضاعة يسبب ظهور اصابات سرطانية في ذريتها بعد فترة ، حيث يحدث ايض داخلي بجسم الام ، ويمر الي الرضع الصغار مع حليب الام في صورة نوع اخر من السموم يطلق عليه سموم الافلاتوكسينات  $M_2$ ،  $M_1$  وهما شديدا السمية وذات الصيغة التركيبية (شكل 84)؟

كثير من المواد الموجودة في الطبيعة او المصنعة تشجع علي انتاج سموم الافلاتوكسينات اذا لوثت بفطر اسبرجيليس فلافس *Aspergillus flavus* واسبرجيليس بارازيتكس *Aspergillus parasiticus* ومن هذه المواد منتجات الالبان ، اللحوم ، الخبز ، الخضروات ، عصير الفاكهة ، الحبوب بانواعها ، البنور الزيتية والبقوليات . كما ان من العوامل المؤثرة علي افراز سموم الافلاتوكسينات الحد الادنى للرطوبة النسبية علي المنتجات الغذائية والزراعية حوالي 80% عند درجة 30°م

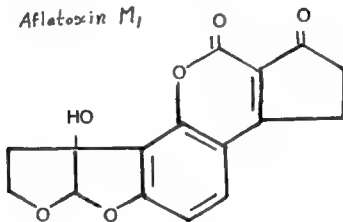


شكل ( 83 ) : الصيغة التركيبية للأفلاتوكسينات.  
Aflatoxins structural formula .



افلاتوكسين  $M_1$

Aflatoxin  $M_1$



افلاتوكسين  $M_2$

Aflatoxin  $M_2$

شكل (84) : الصيغة التركيبية للأفلاتوكسينات  $M_1$  و  $M_2$   
Aflatoxins  $M_1$  and  $M_2$  structural formula

وتتراوح درجات الحرارة التي يمكن للفطريات ان تنتج عندها الافلاتوكسينات ما بين 12°م الي 41°م بينما يكون اعلي معدل عند درجة حراره 30°م.

### السترينين

#### Citrinin

السترينين مركب عضوي له خواص حامضية عزل اساسا من فطر بنسيليوم سترينم *Penicillium citrinum* سنة 1931م وتعرف الان مجموعة كبيرة من الفطريات تفرز هذا المركب منها فطر بنسيليوم فيريديكاتم *Penicillium viridicatum* فطر بنسيليوم اكسبنسيم *Penicillium expansum* ، فطر اسبرجيلس *Aspergillus terreus* نيفيس *Aspergillus niveus* واسبرجيلس تريص *Aspergillus terreus* والسترينين  $C_{13}H_{14}O_5$  نو الصيغة التركيبية (شكل 85).

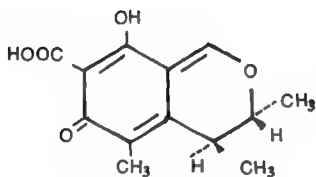
امكن عزل المعزولات المفردة للسترينين من حبوب الارز ، الشعير ، القمح ، الذره والشوفان كذلك اكتشف السترينين في بعض المنتجات الزراعية والغذائية حينما اكتشف السترينين لاول مره كان ذا كفاءه كمضاد حيوي ولكن الدراسات حول سمية هذا المركب علي حيوانات التجارب ابرزت تاثيرات جانبية خطيره كان من نتائجها استعباده كمضاد حيوي . وتعتبر الكلية الهدف الاساسي للتسمم بالسترينين . اوكراتوكسينات

#### Ochratoxins

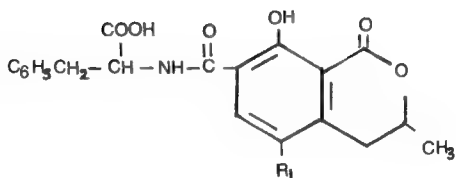
الاوركاتوكسينات هي مجموعه من المركبات المتشابهه التابعه لمجموعة ايزوكيمارين *Isocoumarins* واهم هذه المركبات اوركاتوكسين A ، اوركاتوكسين B و اوركاتوكسين C ذات الصيغة التركيبية (شكل 86). عزلت الاوركاتوكسينات لاول مره سنة 1965م من فطر اسبرجيلس اوركاشيس *Aspergillus ochraceus* ومنذ ذلك الحين امكن عزل السم من عدد كبير من الفطريات منها :

اسبرجيلس ميليس *Aspergillus melleus* ، اسبرجيلس سكليروشيوم *Aspergillus sclerotium* ، بنسيليوم سيكلوبيوم *Penicillium cyclopium*





شكل (85) : الصيغة التركيبية للسيترينين.  
Citrinin structure formula



Ochratoxin A : R = H , R1 = Cl

B : R = H , R1 = H

C : R = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> , R1 = Cl

شكل (86) : الصيغة التركيبية للأوكراتوكسينات .

Ochratoxins structural formula

### وبنيسيليم فيريديكاتم *Penicillium viridicatum*

هذا وقد امكن عزل هذه الفطريات من مصادر غذائية عديدة مثل الارز ، الذره ، الشعير ، دقيق القمح ، الاسماك ، السجق ، البقوليات وفول الصويا .  
والاوكراتوكسينات ذات تاثير سام. وقد ثبت انه الجرعه المميتة لفئران التجارب  
20-22 مجم/ كجم من وزن الجسم واهم الاعضاء تائيرا هو الكبد والكلي.  
الباتيوولين

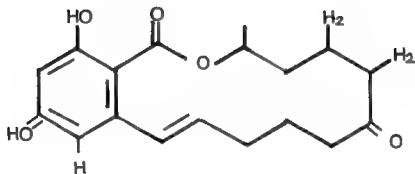
#### Patulin

ينتج الباتولين بواسطة انواع فطره عديده تنتمي الي اجناس الاسبرجيلس *Aspergillus* ، البنسيليوم *Penicillium* والفيوزاريوم *Fusarium* هذا وقد عزي موت مئات من الحيوانات المدره للحليب في اليابان الي وجود الباتيوولين في غذاء تلك الحيوانات وهو الشعير كذلك ماتت اعدادا من الحيوانات في كل من فرنسا ومانيا نتيجة تناولها قمحا وشعيرا ملوثا بفطر اسبرجيلس كلافاثس *Aspergillus clavatus* المنتجة للباتيوولين.  
من اهم اعراض التسمم بالباتيوولين احتقان ونزف الرئة ، الكلي ، الكبد والطحال .  
الزيرالينون

#### Zearalenone

ينتج الزيرالينون بواسطة انواع فطره عديده تنتمي الي جنس الفيوزاريوم *Fu-sarium* ومنها فيوزاريوم روزيم *Fusarium roseum* وفيوزاريوم تريسينيم *Fu-sarium tricinum* هذا كذا فيوزاريوم مونيليفورمي *Fusarium moniliforme* وقد ثبتت امكانية انتاجه بواسطة انواع فطرية تنتمي الي اجناس استاكيبوترس *Paecilomyces* اكريمونيم *Acremonium* وباسيلوميسيس *Paecilomyces* واليزالينون  $C_{18}H_{22}O_5$  ذات الصيغة التركيبية (شكل 87).

يعد فطر فيوزاريوم روزيم *Fusarium roseum* من اقدر الانواع الفطرية علي انتاج الزيرالينون وتوجد بكثره علي كثير من المواد الغذائية والمنتجات الزراعية سواء



شكل (87) : الصيغة التركيبية للزيرالينون .  
Zearalenone structural formula

حديثة الحصاد او مخزنة.

يسبب الزيرائينون او الاغذية الملوثة به او بالفطريات المنتجة له اجهاض اناث حيوانات التجارب ويقلل من وزنها ونموها في تركيزاته المرتفعة كما اوضحت الدراسات الباثولوجية أن الزيرائينون يؤدي الي عقم في الابقار لما يسببه من اضطرابات في البيض

### الترايكوثيكنات

#### Trichothecenes

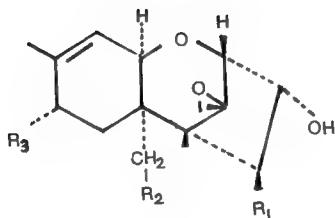
تعتبر الترايكوثيكنات مجموعة متقاربة التركيب الكيميائي ولها الشكل التركيبي العام (شكل 88) .

اكثر من خمسين مركبا مختلفا من مجموعة الترايكوثيكنات منها سم T-2 ، سم

HT-2 نيوسولانيون Neosolaniol ، داي اسيتكوسيسكريينول Diacetoxys ripenol ، دي اوكس نيفالينون Deoxynivalenol فيوزاريون Fusarenone - X . وغيرها يمكن انتاجها بواسطة انواع فطرية تنتمي الي اجناس فيوزاريوم *Fu-sarium* ، استكايبترس *Stachybotrys* ، الميروثيتم *Myrothecium* والترايكودرما *Trichoderma* هذا وقد تم التعرف علي سموم الترايكوثيكنات في كل من الذره ، الشعير والعلائق الحيوانيه مثل التبن والرده في عدد كبير من بلدان العالم .  
تسبب سموم التريكو ثيكنات بطء في النمو كذلك تسبب الاما شديدة يتبعها الموت في كثير من الحيوانات مثل الخنازير ، الماشيه والدواجن كما تحدث الاصابه بسرطان الكبد ، الامعاء والمعدة وتتميز الاعراض التسممية بهذا النوع من السموم بتقيحات وتغيرات مميتة لانسجة الانف ، الشفاه والاعشيه المخاطيه .

مراقبة وقياس السموم الفطرية :

لتقدير حالة تلوث احد المنتوجات بالفطريات او السموم فانه يجب القيام بعزل وفحص الفطريات بالطرق المعروفة وكذلك اجراء التحاليل علي نوع السموم الفطرية المتواجدة في العينة وعزلها .



شكل (88) : المصيفة التركيبية للترايكوثيكينات  
Trichothecenes structural formula .

وليس من الضروري ان نجد سموها معينه في العينه المختبره وتنجح في نفس الوقت  
في عزل الفطر المفرز للسم من فوق العينه نفسها .





## Refernces

1. Ainsworth ,G.C. and S.Alfred :The Fungi :An advanced treatise.volume1-New york : Academic press.1965.
2. Ainsworth, G.C.K.Frederick and S. Alfred: the fungi:  
An advanced treatise. volume 4AA. txonomic review  
- New york.Academic press 1937.
- 3.Alexpoulos , C.J.; IntroductoryMycology. 2 ed .New Delhi,Wiley Eastern.1972.
4. Alexpoulos , C.J.and W.Charles: Introductory Mycology .3rd.ed.-New York : Wiley.1979
5. Ashworrh, J.M. andD.Jennifer: The Biology of Slime Moulds . London: Arnold 1975.
6. Beckett , A. B. Heath and D.J.McLaughlin : An Atlas of Fungal Ultra Structure . London : Longman. 1974.
7. Burnelt G.H.: Fundamentals of Mycology .2nd ed. London: Arnold, 1976.
8. Christensen ,C.M.:Common Fleshy Fungi. Minneapolis: Burgess1961.
9. Christensen , C.M. :The Moulds and Man .An intero duction to the Fungi . 2 nd ed.- Minneapolis Univeristy- of Minnesota press. 1961
10. Cooke, R.C. and A.D.Rayner :Ecology of Saprophytic Fungi . London : Longman ,1984
11. Darrell, J.W.and M.H.Wilford: TheFungal Spores . form and function. New York 1976.
- 12.Deacon,J.W.; Intrduction to Modern Mycology..2 nd ed .Ford Blackwell , 1984
13. Devinder, S.C.An Introduction to Mycolgy. New Del hi.Oxford and IBH.1970.
14. Elizabeth, M.:Fundamentals of the fungi. Landecker, NewYork University. 1972.
15. Frederic, E.C.andL. Cornelins: TheGenera of Fungi. shear - NewYork: Hafner, 1954.
16. Griffin, D.M.Ecology of soil fungi, London: Chapman and Hall.1972.

17. Ingold C.T.: Dispersal in fungi. Oxford: Clarendon. 1953.
18. Ingold, C.T.: The Biology of fungi. Rev. ed London: Hutchinson 1967.
19. Ingold, C.T.: Fungal Spores. Their Liberation and Dispersal. Oxford: Clarendon. 1971.
20. Lilian, E.H.: Fungi An Introduction. London: Hutchinson. 1966.
21. Lodder, J.: The Yeasts. Amsterdam: North-Holland. 1970.
22. Martin, C.W. and C.J. Alexopoulos: The Myxomycetes. Iowa city: University press. 1969.
23. Smith, J.E. and D.R. Berry: the Filamentous Fungi. Volume I. Industrial Mycology. London: Arnold 1975.
24. Smith, J.E. and D.R. Berry: Filamentous Fungi. Volume 3. Industrial Mycology. London: Arnold. 1978.
25. Vincent, W.C.: Physiology of Fungi. New York: Wiley. 1958.
26. Virgil, C.L. and H.L. Barnett: Physiology of Fungi. New York: McGraw-Hill 1951.



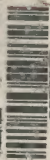








Biblioteca Alexandrina



0250868